

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Прохненко Вікторія Сергіївна

АНАЛІЗ ТИПОВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ
ОСВІТИ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ

Магістерська робота
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи: _____
(підпис)
Сапожніков С.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)
ДОЦ., К.Т.Н.

(наукове звання та наукова ступінь)

Суми – 2019

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 84 с., 53 рис., 24 табл., 41 використаних джерел.

Мета роботи: аналіз типових енергозберігаючих заходів, запропонованих на об'єктах, а також визначення обсягу економії енергії та води у грошових одиницях та в енергетичних по кожному заходу та розрахунок середнього значення економії для бюджетної будівлі. Отримане значення дасть змогу вивести кількість зекономлених бюджетних коштів на енергетичні ресурси по об'єктам – середні шкільні заклади, в Харківській області.

Предметом дослідження є вісім енергетичних аудити навчальних закладів середньої освіти північно-східного регіону України, виконані енергоаудиторами компанії «Енергетична Агенція Ефективна Енергія».

Об'єктом дослідження є будівлі Богодухівської гімназії № 1, Дергачівської загальноосвітньої гімназії №3, Ізюмської загальноосвітньої гімназії №3, Золочівської гімназії №1, Селидівської ЗОШ №1, Селидівської ЗОШ №44, Ізюмської школи №6 та Лозівської ЗОШ №14.

Методи дослідження: економіко-математичні та аналітичні методи під час аналізу енергозберігаючих заходів та розрахунку питомих одиниць економії.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ, СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ, ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, НАВЧАЛЬНІ ЗАКЛАДИ.

Тема роботи «Аналіз типових енергозберігаючих заходів для закладів освіти північно-східної частини України».

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ВСТУП.....	5
1 ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ, ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА	9
1.1 Аналіз існуючої ситуації	9
1.2 Характеристика об'єктів дослідження	14
1.3 Огляд заходів з термомодернізації відібраних будівель закладів середньої освіти	23
1.3.1 Утеплення стін та цоколю	23
1.3.1.1 Технологія «Вентильований фасад»	24
1.3.1.2 Технологія «мокрый фасад»	25
1.3.2 Утеплення пласкої покрівлі/підлоги горища	27
1.3.2.1 Утеплення пласкої покрівлі	27
1.3.2.2 Утеплення підлоги горища	28
1.3.3 Заміна вікон	29
1.3.4 Заміна дверей	30
1.3.5 Заміна системи опалення	32
1.3.6 Модернізація системи вентиляції	32
1.3.7 Встановлення ІТП	34
1.3.8 Модернізація системи освітлення	36
1.3.9 Заміна системи холодного водопостачання	37
1.3.10 Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	40
1.3.10.1 Енергомоніторинг	40
1.3.10.2 Енергоменеджмент	41
1.4 Аналіз економії енергетичних ресурсів згідно обраних енергетичних аудитів будівель закладів середньої освіти	42
2 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ЗАДАЧ ЗА ВИЗНАЧЕНОЮ МЕТОДИКОЮ	47
2.1 Методика проведення розрахунку	47

2.2 Аналіз існуючих закладів середньої освіти в Харківській області.....	52
2.3 Результати розрахунку економії коштів у результаті термомодернізації закладів середньої освіти Харківської області.....	54
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯ	55
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів досліджуємого об'єкту.....	55
3.1.1 Класифікація небезпечних і шкідливих факторів.....	55
3.1.2 Небезпечні та шкідливі фактори у навчальному закладі.....	58
3.1.3 Вплив шуму на організм людини	59
3.1.4 Вплив освітлення на здоров'я людини	60
3.1.5 Дія електричного струму на організм людини	62
3.1.6 Ризик виникнення пожеж в школі та правила поведінки при пожежі	64
3.1.7 Вплив високої температури та вологості приміщення на працездатність учнів.....	66
3.2 Розрахунок заземлення теплогенеруючого обладнання навчального закладу.....	68
3.3 Дія персоналу школи під час надзвичайної ситуації.....	74
3.3.1 Загальна характеристика надзвичайних ситуацій	74
3.3.2 Типова інструкція щодо дій персоналу школи у НС.....	76
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81

ВСТУП

Науково-технічний прогрес світу, розвиток інфраструктури людства та стрімкий розвиток людини як істоти високотехнологізованої – всі ці фактори є результатом збільшення масштабів використання ресурсних запасів нашої планети. Питання ефективного використання енергетичних ресурсів є надзвичайно актуальним як для України, так і для всього світу в цілому.

У сучасних умовах темпи та масштаби видобутку ресурсів і корисних копалин з надр Землі прогресивно зростають, що призводить не тільки до неповоротних втрат запасів родовищ, але також є причиною екологічної кризи планети.

Надмірна кількість шкідливих парникових газів, що утворюються у результаті функціонування тепло-електро станцій, промисловості, транспорту призводить до глобального потепління Землі. Найважливішим досягненням країн у боротьбі з екологічною катастрофою є підписання Паризької кліматичної угоди. Підписання Паризької кліматичної угоди – важливе рішення для цілого світу, яке значно «підштовхне» розвиток економіки та енергетики. Основною метою Паризької угоди є утримати росту середньої температури всієї планети значно менше за 2°C, в порівнянні з доіндустріальним рівнем. А також зробити максимум для обмеження росту температури до 1,5°C. Це можливо за умови, що енергетичний сектор стане вуглецево-нейтральним (тобто «викиди парникових газів (ПГ) мають не перевищувати рівень їх поглинання та/або уловлювання на планеті»). «Тобто має відбутися так званий «енергетичний перехід» (energy transition) на принципах сталого розвитку від викопних видів енергетичних ресурсів до відновлюваних, стимулюючи при цьому значне підвищення енергоефективності та раціональності використання енергетичних ресурсів» [1].

Першочерговим є пріоритетний розвиток нових енергетичних технологій, які базуються на відновлювальних джерелах енергії. Променева енергія Сонця, вітер,

гідроенергетика, природна теплова енергія – перспективні напрямки розвитку енергетичного сектору кожної з країн.

Сучасна реальність вимагає ефективного використання енергетичних ресурсів та розвиток діяльності спрямованої на їх економію.

Проблема ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення їх споживання та втрат є актуальною для бюджетних організацій. Це обумовлено соціальним значенням таких закладів. Збільшення споживання енергоресурсів через застаріле обладнання та відсутність енергетичного менеджменту як основного підходу до стратегічного управління енергосистемами, призводить до дефіциту бюджетів закладів.

Зважаючи на той факт, що більшість будівель навчальних закладів будувалися за часів радянського союзу, коли стандарти енергоефективності були досить низькими, або не існували взагалі, не дивно, що освітні заклади споживають велику кількість енергії.

Ще однією проблемою є те, що в даний час у бюджетних організацій повністю відсутній інтерес до реалізації заходів щодо зниження споживання енергетичних ресурсів. Причина відсутності такої зацікавленості знаходиться в площині бюджетного законодавства. Розрахунок обсягу грошових коштів на оплату енергетичних ресурсів здійснюється на основі нормативного обсягу споживання ресурсів для конкретного бюджетної установи і діючих (планованих) тарифів на електричну і теплову енергію.

Нормативи енергоспоживання для конкретного бюджетної установи розраховуються, в тому числі, і на підставі даних про фактичне споживання енергії бюджетної установи в попередні періоди. Відповідно, якщо бюджетною установою скорочено споживання енергетичних ресурсів в результаті проведення енергозберігаючих заходів, то при розрахунку обсягу фінансування енергоспоживання на планований період нормативи енергоспоживання будуть скорочені, відповідно обсяг фінансування витрат на енергоспоживання зменшиться.

Основна мета освітніх закладів – забезпечити якісний освітньо-навчальний процес, тому енергоефективність таких будівель – це не лише спосіб заощадити бюджетні кошти, але й створити комфортні умови перебування дітей в закладі, з дотриманням всіх санітарно-гігієнічних норм.

За основу магістерської роботи були взяті енергетичні аудити, які були розроблені групою експертів-енергоаудиторів для модернізації навчальних закладів середньої освіти північно-східної частини України. Проекти у сфері енергоефективності, екології, альтернативної енергетики в Україні та інших країнах зараз активно фінансують міжнародні фінансові організації (МФО), фонди. Досліджувані документи розроблені для участі у міжнародних проектах: "Європейський банк реконструкції та розвитку" (ЄБРР), Північну екологічну фінансову корпорацію (НЕФКО), Європейський інвестиційний банк (ЄІБ), донорський фонд Е5Р.

Європейський банк реконструкції і розвитку (ЄБРР) своє діяльністю направлений на підтримання переходу до «економіки, орієнтованої на ринок, а також розвитку приватної та підприємницької ініціативи». Головними принципами діяльності ЄБРР є сприяння екологічно та соціально здорового, сталого розвитку. Найважливіший принцип ЄБРР - підтримка реформ, що націлені на зміцнення демократії [2].

Північна екологічна фінансова корпорація (НЕФКО) - це міжнародна фінансова компанія, що була заснована в 1990 році п'ятьма країнами Північної Європи: Данією, Ісландією, Норвегією, Фінляндією і Швецією. НЕФКО надає кредитні кошти з метою покращення стану довколишнього середовища. НЕФКО фінансує проекти екологічного характеру найрізноманітніших напрямів у країнах Європи, а також Росію, Білорусь і Україну. Діяльність організації спрямована на економічно вигідні проекти, що гарантують забезпечення природоохоронного ефекту. Пріоритетним напрямком є скорочення викидів парникових газів, підвищення екологічного стану Балтійського моря та зменшення забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами [3].

Європейський інвестиційний банк (ЄІБ) — державна фінансово-кредитна

організація Європейського Союзу, створена з метою фінансування мало розвинутих європейських регіонів у вигляді довготермінових кредитів. Європейський інвестиційний банк направлений на сприяння збільшення робочих місць у сфері інновацій, малого та середнього бізнесу, клімату, інфраструктури по країнам Європейському Союзу. ЄІБ підтримує відновлення та ріст економіки Європи [4].

Е5Р - різносторонній донорський фонд, створений під час головування Швеції в Європейському союзі в 2009 році з метою стимулювання надходжень інвестиційного капіталу в реалізацію проектів з підвищення енергоефективності муніципалітетів та охорони клімату в регіоні «Східного партнерства». Фонд Е5Р наращує фінансові внески, які надходять від Європейського союзу та групи, що складається з 21 країн. Ці внески являють собою гранти та спрямовані на реалізацію проектів в муніципального характеру [5].

Експертами було проведено низку енергетичних аудитів з метою отримання оцінки потенційної економії та необхідних інвестицій для впровадження заходів з підвищення рівня енергоефективності, реалізація яких сприятиме зменшенню витрат на енергетичні ресурси, приведення до комфортного та нормативного клімату внутрішнього середовища приміщень та забезпеченню ефективної експлуатації будівель.

Метою роботи є аналіз типових енергозберігаючих заходів, запропонованих на об'єктах, а також визначення обсягу економії енергії та води у грошових одиницях та в енергетичних по кожному заходу та розрахунок середнього значення економії для бюджетної будівлі. Отримане значення дасть змогу вивести кількість зекономлених бюджетних коштів на енергетичні ресурси по об'єктам – середні шкільні заклади, в Харківській області.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ, ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1 Аналіз існуючої ситуації

Майже 95 % будівель навчальних закладів не термомодернізовані. Сучасна картина стану енергетичних систем шкільних закладів України є досить сумною. Основні проблеми, що зустрічаються при обстеженні будівель наведені нижче.

Зовнішні огорожувальні конструкції – знаходяться в незадовільному стані, мають низькі теплофізичні властивості, що категорично не відповідають сучасним діючим будівельним стандартам та нормам, рис.1.1-1.4.



Рисунок 1.1 – Стіни будівлі



Рисунок 1.2 – Стіни будівлі



Рисунок 1.3 – Стіни будівлі



Рисунок 1.4 – Стіни будівлі

Система опалення – зношений стан трубопроводів та радіаторів опалення, розбалансованість системи опалення, як наслідок недогрів та перетопи приміщень, відсутність регуляції подачі теплоносія залежно від температури навколишнього середовища, відсутність утеплення трубопроводів опалення, через що тепловтрати значно зростають, рис. 1.5 – 1.8.



Рисунок 1.5 – Радіатори опалення



Рисунок 1.6 – Хомут



Рисунок 1.7 – Радіатор опалення



Рисунок 1.8 – Магістральний трубопровід

Система вентиляції – зазвичай природня система вентиляції майже не функціонує, оскільки більшість вентиляційних каналів закупорені або взагалі зруйновані. Механічна припливно-витяжна система вентиляції зазвичай вже давно вийшла з ладу, усі її складові утилізовані. Забезпечення вентиляції навчальних приміщень є надзвичайно важливим аспектом, проте багато хто нехтує цим та вважає даний захід не пріоритетним. Значення природнього рівня вуглекислого газу в повітрі становить від 400 до 500 ppm., тобто 0,04% від загального об'єму

газів в атмосфері. Державним стандартом прийнято максимально допустимий рівень вуглекислого газу, який має становити не більше 1150 ppm. При недостатньому повітрообміні та підвищеному рівні CO₂ учні, робітники та обслуговуючий персонал можуть відчувати дискомфорт під час перебування в приміщенні. Основними негативними наслідками підвищеного рівня CO₂ є втома, сонливість, втрата концентрації, головні болі – це все негативно впливає як на здоров'я учнів та працівників, так і на їхню працездатність [6]. Стан системи вентиляції в навчальних закладах представляють рис. 1.9 – 1.14.



Рисунок 1.9 – Вентиляційний канал



Рисунок 1.10 – Вентиляційний отвір



Рисунок 1.11 – Вентиляційна решітка



Рисунок 1.12 – Вентиляційний канал



Рисунок 1.13 – Вентиляційна решітка



Рисунок 1.14 – Механічна вентиляція

Система освітлення – основну частину освітлювальних приладів ще й досі складають лампи розжарювання та люмінесцентні, а 90 % освітлювальних приладів – це звичайні побутові світильники з низьким рівнем світлової віддачі, які не мають змоги забезпечити достатній рівень освітленості в учбових приміщеннях та являються досить неенергоєфективними, рис. 1.15 – 1.18. Неякісне освітлення робочого місця учнів безпосередньо впливає на зір та може призвести до його зниження. Особливо це стосується великих міст, де діти навчаються в декілька змін та перебувають у школах до вечора, відповідно користуються штучним освітленням.



Рисунок 1.15 – Світильник



Рисунок 1.16 - Світильник



Рисунок 1.17 - Світильник



Рисунок 1.18 - Світильник

Системи водопостачання та водовідведення – зношений стан труб часто призводить до протікань, змішувачі води низької якості, знаходяться в незадовільному стані, та сприяють надмірному споживанню води, рис. 1.19 – 1.22. Навчальні заклади зазвичай відмовляються від централізованого гарячого водопостачання, а мала кількість бойлерів не дозволяє забезпечити необхідну кількість гарячої води для потреб учнів. Це все є порушенням санітарно-гігієнічних норм та правил.



Рисунок 1.19 – Трубопровід холодної води



Рисунок 1.20 – Санітарний вузол



Рисунок 1.21 - Санітарний вузол



Рисунок 1.22 – Трубопровід холодної води

Ці всі фактори негативно впливають на самопочуття та здоров'я відвідувачів навчальних закладів, а також в цілому на якість навчально-виховного процесу. Тому термомодернізація, впровадження енергоефективних заходів та заходів, що забезпечують нормативні санітарно-гігієнічні вимоги в закладах освіти є особливо актуальними на сьогодні.

1.2 Характеристика об'єктів дослідження

Для оцінки потенціалу збереження енергетичних ресурсів та коштів для бюджету Харківської області у результаті термомодернізації закладів загальної середньої освіти необхідно зібрати відомості про усереднені обсяги економії енергетичних ресурсів за рахунок впровадження типових енергозберігаючих заходів у даному типі навчальних закладів.

Для цього було проведено аналіз та відбір енергетичних аудитів загальноосвітніх шкіл, виконаних командою енергетичних аудиторів за останні 3 роки.

Для аналізу та розрахунку було обрано вісім енергетичних аудитів закладів середньої освіти у Харківській області. Головним критерієм відбору енергетичних аудитів був набір типових для кожної будівлі заходів з термомодернізації для

отримання більш точної оцінки економії енергетичних ресурсів та коштів по кожному запропонованому заходу.

У вибірку потрапили наступні будівлі (Див. табл. 1.1 – 1.8, рис. 1.23 – 1.30).

1. Богодухівська гімназія № 1

Таблиця 1.1 - Богодухівська гімназія № 1

Найменування	Параметр
Адреса	62103, Україна, Харківська обл., м. Богодухів, пл. Каразіна, 14
Площа забудови, м ²	1 874
Будівельний об'єм будівлі, м ³	15 837
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	14 253
Загальна площа, м ²	5 279
Кондиційована площа, м ²	4 751
Кількість поверхів	3
Основний матеріал стін	Силікатна цегла
Рік побудови об'єкта	1965 р [7].



Рисунок 1.23 - Богодухівська гімназія № 1

2. Дергачівська загальноосвітня гімназія №3

Таблиця 1.2 - Дергачівська загальноосвітня гімназія №3

Найменування	Параметр
Адреса	62300, Україна, Харківська область, місто Дергачі, вул. Петровського, 79
Площа забудови, м ²	3100
Будівельний об'єм будівлі, м ³	19 497
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	17 547
Загальна площа, м ²	6 499
Кондиційована площа, м ²	5 849
Кількість поверхів	3
Основний матеріал стін	Блоки з ніздрюватого бетону
Рік побудови об'єкта	1965 р [8].



Рисунок 1.24 - Дергачівська загальноосвітня гімназія №3

3. Ізюмська загальноосвітня гімназія №3

Таблиця 1.3 - Ізюмська загальноосвітня гімназія №3

Найменування	Параметр
Адреса:	64300, Україна, Харківська область, місто Ізюм, вул. Капітана Орлова 5-А
Площа забудови, м ² :	2 902
Будівельний об'єм будівлі, м ³ :	17 925
Опалювальний об'єм будівлі, м ³ :	16 133
Загальна площа, м ² :	5 975
Кондиційована площа, м ² :	5 378
Кількість поверхів:	3
Основний матеріал стін:	Силікатна цегла
Рік побудови об'єкта:	1985 р [9].



Рисунок 1.25 - Ізюмська загальноосвітня гімназія №3

4. Золочівська гімназія №1

Таблиця 1.4 - Золочівська гімназія №1

Найменування	Параметр
Адреса	62203, Україна, Харківська обл., смт Золочів, вул. Центральна, 29
Площа забудови, м ²	1 291
Будівельний об'єм будівлі, м ³	8 142
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	7 329
Загальна площа, м ²	2 714
Кондиційована площа, м ²	2 443
Кількість поверхів	3
Основний матеріал стін	Силікатна цегла
Рік побудови об'єкта	1966 р [6].



Рисунок 1.26 - Золочівська гімназія №1

5. Селидівська ЗОШ №1

Таблиця 1.5 - Селидівська ЗОШ №1

Найменування	Параметр
Адреса	85400, Україна, Донецька обл., м. Селидове, вул. Перемоги, 73
Площа забудови, м ²	1 091
Будівельний об'єм будівлі, м ³	6 546
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	5 852
Загальна площа, м ²	2 182
Кондиційована площа, м ²	1 951
Кількість поверхів	2
Основний матеріал стін	Силікатна цегла
Рік побудови об'єкта	1970 р [10].



Рисунок 1.27 - Селидівська ЗОШ №1

6. Селидівська ЗОШ №44

Таблиця 1.6 - Селидівська ЗОШ №44

Найменування	Параметр
Адреса	85400, Україна, Донецька обл., м. Селидове, вул. Центральна, 111
Площа забудови, м ²	1 108
Будівельний об'єм будівлі, м ³	7 264
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	6 537
Загальна площа, м ²	2 462
Кондиційована площа, м ²	2 216
Кількість поверхів	2
Основний матеріал стін	Керамзитобетонні плити
Рік побудови об'єкта	1992 р [11].



Рисунок 1.28 - Селидівська ЗОШ №44

7. Ізюмська школа №6

Таблиця 1.7 - Ізюмська школа №6

Найменування	Параметр
Адреса	64306, Україна, Харківська обл., м. Ізюм, вул. 24 Серпня, 32
Площа забудови, м ²	2 687
Будівельний об'єм будівлі, м ³	11 778
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	10 601
Загальна площа, м ²	3 618
Кондиційована площа, м ²	3 256
Кількість поверхів	2
Основний матеріал стін	Силікатна та глиняна цегла
Рік побудови об'єкта	1976-1980 р [12].



Рисунок 1.29 - Ізюмська школа №6

8. Лозівська ЗОШ №14

Таблиця 1.8 - Лозівська ЗОШ №14

Найменування	Параметр
Адреса	64604, Україна, Харківська область, місто Лозова, мікрорайон 4, будинок 23
Площа забудови, м ²	1 384
Будівельний об'єм будівлі, м ³	7 469
Опалювальний об'єм будівлі, м ³	6 722
Загальна площа, м ²	2 766
Кондиційована площа, м ²	2 490
Кількість поверхів	2
Основний матеріал стін	Керамзитобетонні панелі
Рік побудови об'єкта	1980 р [13].



Рисунок 1.30 - Лозівська ЗОШ №14

1.3 Огляд заходів з термомодернізації відібраних будівель закладів середньої освіти

Розглянемо типові заходи з термомодернізації будівель навчальних закладів, які були запропоновані за результатами енергетичних аудитів.

1.3.1 Утеплення стін та цоколю

Для підвищення енергоефективності будівель навчальних закладів, а також для забезпечення існуючих нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2016 до опору теплопередачі пропонується виконати утеплення зовнішніх стінових огорожувальних конструкцій теплоізоляційними матеріалами. Теплова ізоляція дозволить зменшити надмірні втрати тепла через стінові конструкції та покращити зовнішній вигляд будівлі.

Підготовчі роботи до утеплення фасадів включають детальний огляд стін з метою визначення їх товщини.

Для запобігання надмірних тепловтрат в окремих частинах фасадів будівлі слід підібрати товщину утеплювального матеріалу окремо для кожної стіни. Після утеплення всі стіни мають відповідати діючим вимогам України - ДБН В.2.6-31:2016, коефіцієнт теплопровідності U всіх зовнішніх стін має складати не вище $0,3 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ - для новобудов та $0,37 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ – для будівель, що реконструюються, за умови виконання вимог ДБН В.2.6-31:2016 [14].

Існують дві основні (найпоширеніші технології) для утеплення фасаду будівель навчальних закладів:

1.3.1.1 Технологія «Вентильований фасад»

Вентильований фасад - технологія навісного монтажу фасаду, що являє собою систему, яка складається з облицювальних матеріалів, що прикріплюються на сталевий оцинкований, алюмінієвий або нержавіючий каркас до несучого шару стінової конструкції або до монолітного перекриття. Повітря, що вільно циркулює між облицювальним шаром та утеплювачем дозволяє прибрати зайву вологу та конденсат з системи. На рис. 1.31 [15] зображена схема улаштування Вентильованого фасаду.

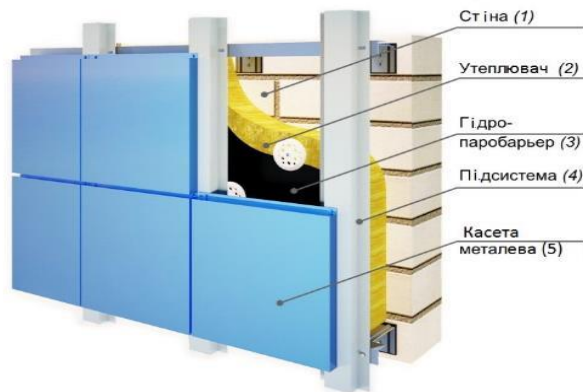


Рисунок 1.31 – Вентильований фасад: 1 – стіна; 2 - утеплювач (мінеральна вата); 3 - гідро-паробар'єр; 4 – підсистема; 5 - зовнішній облицювальний шар.

Переваги «вентильованого фасаду»:

- вільна циркуляція повітря, як показано на рис. 1.32 [16], що і запобігає утворенню конденсату і накопиченню вологи;

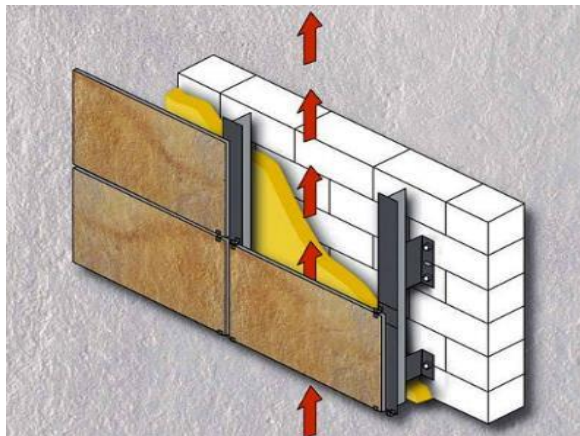


Рисунок 1.32 – Вентильований фасад

- звукоізоляція будинку завдяки тому, що даний утеплювач перешкоджає поширенню звукових коливань;
- швидкий монтаж, що не залежить від пори року;
- перед утепленням не вимагає додаткової підготовки стіни, як у випадку зі штукатуркою або цементом.

Додатковою перевагою вентильованого фасаду може бути сучасний дизайн та яскраве оздоблення стін, як показано на рис. 1.33 [17]:



Рисунок 1.33 – Приклад дизайну утепленого фасаду

Під час утеплення фасадів, важливим є ліквідувати усі «містки холоду», що присутні на стінах будівлі, а саме виступаючі бетонні елементи, декоративна цегла, металеві конструкції або проводи, які розташовані на фасаді.

1.3.1.2 Технологія «мокрый фасад»

При утепленні стін за технологією «мокрый фасад» в якості якості основного утеплювача використовується мінеральна вата. Товщина мінеральної вати для утеплення фасадів розраховується окремо для кожної будівлі. Для вище перелічених будівель навчальних закладів розрахункова товщина утеплювача складає - мм та дозволяє забезпечити відповідність теплофізичних властивостей фасадів після утеплення українськи нормам. На рис. 1.34 [18] представлено

приклад системи утеплення стін методом «Мокрого фасаду».

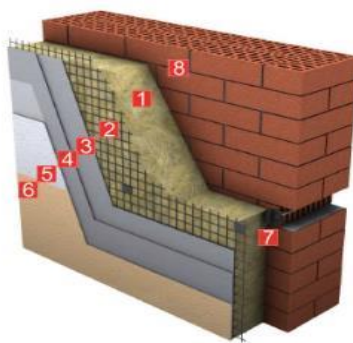


Рисунок 1.34 – Система утеплення стін метод «Мокрого фасаду»: 1 - мінеральна вата; 2 - склосітка; 3 - ґрунтуючий шар; 4 - вирівнюючий шар; 5 захисна штукатурка; 6 - шар фарби; 7 - дюбеля.

Утеплення цоколю будівель пропонується здійснити з піноскла або мінеральної вати, товщиною не менше 100 мм, за технологією – скріплена ізоляція. Обов’язково слід нанести шар гідроізоляції на цоколь.

Перед проведенням робіт по утепленню фасаду необхідно демонтувати всі виступаючі елементи на стінах. Після утеплення металеві конструкції (наприклад пожежні сходи або наддашки) необхідно встановлювати так, щоб вони мали мінімальний контакт з зовнішніми стінами, для уникнення створення містків холоду.

Розрахунок щодо товщини утеплювача проводився індивідуально для кожної будівлі та складає від 110 – до 120 мм.

В енергетичних аудитах інвестиції та економія пораховані за варіантом - утеплення стін методом мокрого фасаду.

1.3.2 Утеплення пласкої покрівлі/підлоги горища

Розглянемо запропоновані рішення щодо утеплення пласкої покрівлі та підлоги горища по обраним об'єктам дослідження.

1.3.2.1 Утеплення пласкої покрівлі

При утепленні пласкої покрівлі використовується мінераловатний утеплювач. В разі застосування даного виду утеплювача дах будівель залишиться не експлуатованим. Дах є придатним для технічного огляду та обслуговування.

Конструкція утеплюючого шару складається з: пароізоляційного шару, нижнього та верхнього шарів мінеральної вати, роздільний шар (наприклад геотекстиль) та ПВХ мембрани. Схема системи утеплення пласкої покрівлі зображена на рис. 1.35 [19].

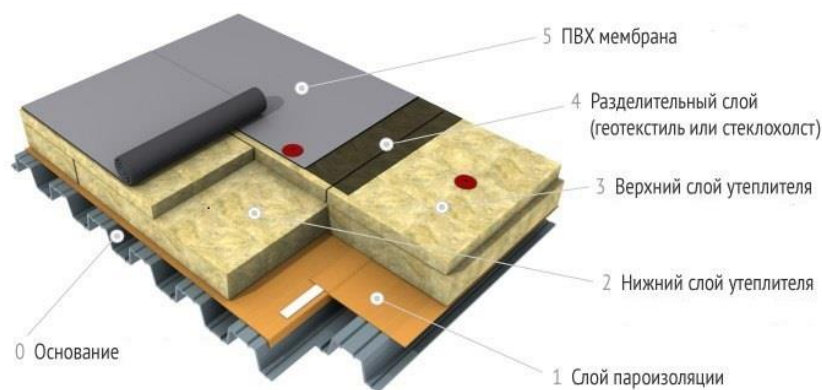


Рисунок 1.35 – Система утеплення пласкої покрівлі

Монтаж конструкції проводиться шляхом укладання плит мінеральної вати в шаховій послідовності, для запобігання появи нещільностей між стиками плит, після здійснення бетонної стяжки.

Необхідна товщина мінеральної вати, розраховується індивідуально для кожної будівлі. Для досліджуваних будівель навчальних закладів товщина складає

– 200 - 250 мм. Плити мінеральної вати необхідно класти в шаховому порядку, щоб перекрити місця стиків між ділянками мінеральної вати, та запобігти появі містків холоду.

1.3.2.2 Утеплення підлоги горища

Для утеплення підлоги горища слід застосовувати мінеральну вату у якості утеплювача.

Перед проведенням робіт з утеплення необхідно очистити підлогу горища від будь-якого сміття.

Утеплення пропонується виконати наступним чином: виконати шар бетонної стяжки, покласти шар пароізоляції під утеплювачем, утеплювач - мінеральна вата, супердифузійна мембрана та шар бетонної стяжки зверху. Приклад системи утеплення підлоги горища зображений на рис. 1.36 [6].

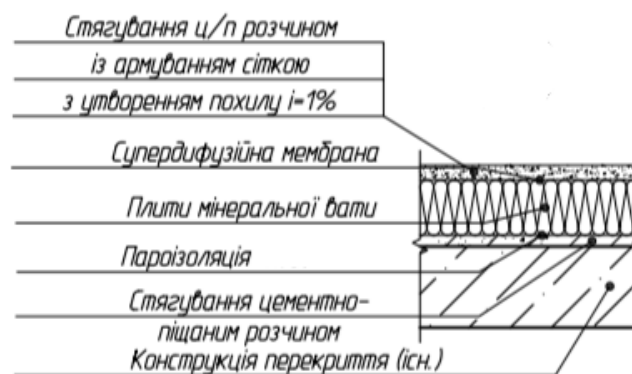


Рисунок 1.36 – Система утеплення підлоги горища

Плити мінеральної вати слід укладати у шаховій послідовності, для запобігання появі нещільностей між стиками.

Необхідна товщина мінераловатного утеплювача розраховується індивідуально для кожної будівлі. Для досліджуваних будівель навчальних закладів товщина утеплювача складає – 200 - 250 мм.

Пароізоляційну плівку необхідно змонтувати першочергово з низу

«утеплюючого пирогу». Згідно технічних карт більшості виробників шви пароізоляційної плівки з'єднується бутил-каучуковою стрічкою.

Після пароізоляційної плівки монтують шар мінераловатного утеплювача.

Зверху утеплювача вкладається супердифузійна мембрана. Далі виконується шар бетонної стяжки.

1.3.3 Заміна вікон

Для зменшення втрат тепла всі вікна необхідно замінити на нові металопластикові вікна з енергозберігаючим склопакетом, приклад якого наведений на рис. 1.37 [20].



Рисунок 1.37 – Енергозберігаючі металопластикові вікна

Енергозберігаючі склопакети, на відміну від простих, дають змогу заощадити теплову енергію, яку випромінюють нагріті поверхні усередині приміщення.

Згідно українських норм, мінімально допустиме значення опору теплопередачі вікон для житлових і громадських будівель має складати $R_{q\min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{КВт}$, $U = 1,33 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ [14].

Установка вікна включає наступні види робіт:

- нанести армуючий шар будівельного розчину на стіни (куди буде здійснюватися монтаж вікна), тобто вирівняти стіни, що зазнали пошкодження

після демонтажу старого вікна. Таким чином необхідно забезпечити повну герметизацію;

- монтаж нового вікна;
- установка ущільнюючих стрічок на внутрішній та зовнішній стороні вікна;
- монтаж зовнішнього підвіконня (алюмінієвого чи з нержавійної сталі) із торцевими елементами;
- монтаж внутрішнього підвіконня.

Після монтажу вікон, слід обов'язково звернути увагу на віконні відкоси.

Внутрішні відкоси необхідно виконати з шару штукатурної суміші та утеплювача. Відкоси повинні закривати 50% ширини віконної коробки (та не менше 3 см).

Для запобігання появи конденсату, неякісного повітрообміну в приміщеннях, виникнення нещільностей та протягів, появи плісняви слід дотримуватися принципів правильної експлуатації вікон.

Для подальшого аналізу та розрахунків захід «Заміна вікон» був виключений з загального переліку заходів для всіх будівель, оскільки даний захід – це першочерговий захід з енергозбереження, який впроваджують у шкільних закладах за рахунок ресурсів закладу або за кошти батьків. Більшість закладів середньої освіти вже здійснили заміну вікон, тому прораховувати економію від даного заходу для всіх будівель загальноосвітніх навчальних закладів Харківської області є недоцільним.

1.3.4 Заміна дверей

Старі дерев'яні та металеві не утеплені двері в будівлях навчальних закладів пропонується замінити на нові металопластикові або металеві утеплені.

Дверні відкоси слід якісно улаштувати – вирівняти поверхню стіни за допомогою армуючого шару, забезпечивши повну герметизацію.

Також слід установити ущільнюючі стрічки на внутрішньому та зовнішньому боці дверей, для щільного прилягання конструкції дверей.

Для мінімізації потрапляння в приміщення будівель холодного повітря через зовнішні двері під час їх відкривання слід забезпечити двері якісними «доводчиками». Приклад металопластикових дверей приведений на рис. 1.38 [21], приклад металевих дверей – рис. 1.39 [22].



Рисунок 1.38 – Приклад дверних металопластикових конструкцій

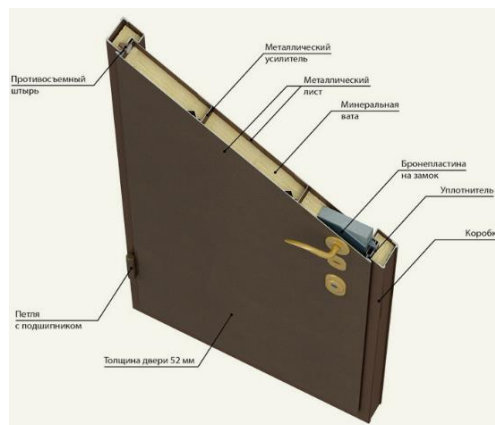


Рисунок 1.39 – Приклад дверних металевих конструкцій

Для подальшого аналізу та розрахунків захід «Заміна дверей» був виключений з загального переліку заходів для всіх будівель, оскільки даний захід – це один з першочергових заходів з енергозбереження, який впроваджують у шкільних закладах за рахунок ресурсів закладу або за кошти батьків. Більшість закладів середньої освіти вже здійснили заміну дверей, тому прораховувати економію від даного заходу для всіх будівель загальноосвітніх навчальних закладів Харківської області є недоцільним.

1.3.5 Заміна системи опалення

Внутрішня система опалення будівель загалом знаходиться в поганому стані та потребує повної заміни. Це дозволить підвищити ефективність роботи системи опалення та знизити витрат на опалення.

Заходи, що були запропоновані у рамках заходу «заміна системи опалення»:

1. Замінити старі чавунні радіатори опалення на нові біметалеві радіатори. Також здійснити заміну всіх трубопроводів системи опалення в будівлях.
2. Встановити відбиваючі екрани (фольговані) за радіаторами опалення.
3. Провести ряд робіт по прибиранню та перестановці меблів, що закривають радіатори та перешкоджають потраплянню теплового потоку до приміщення. Також рекомендується зменшити довжину штор.
4. Здійснити балансування системи опалення.
5. Провести ізоляцію трубопроводів опалення у підвалі. Для утеплення слід використати фольговані мінераловатні циліндри.

1.3.6 Модернізація системи вентиляції

У навчальних закладах слід передбачити встановлення припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла. Даний захід дасть змогу зменшити втрати теплової енергії після утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель, оскільки захід з утеплення стін значно знижує рівень інфільтрації повітря, а також існує ризик появи конденсату на вікнах, плісняви та грибка. Дана установка покращить параметри мікроклімату приміщень.

Захід по монтажу систем припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла дасть змогу зменшити втрати тепла після утеплення стін будівлі, оскільки показник інфільтрації та повітрообміну в приміщеннях після робіт з утеплення

будівель зменшиться, як результат в приміщеннях відчуватиметься нестача свіжого повітря, а також існує ризик появи конденсату на вікнах, наслідком чого є поява грибка на віконних відкосах, стінах та підвіконні. Для уникнення утворення цього негативного ефекту після проведення робі з утеплення стінових конструкцій потрібно забезпечити в приміщеннях будівель достатній, якісний повітрообмін. Досягти достатнього повітрообміну в приміщеннях можливо декількома способами, але більша частина цих рішень є неенергоефективними та призводять до численних втрат теплової енергії. Неенергоефективним способом є відкривання вікон та часте провітрювання приміщень, що зазвичай і роблять працівники та діти навчальних закладів. Тому в будівлях рекомендується встановити централізовані або децентралізовані системи припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією тепла у всіх приміщеннях. Даний захід дозволяє зменшити втрати тепла при провітрюванні приміщення на 75%. Розрахунок системи припливно-витяжної вентиляції та її монтаж слід виконувати згідно чинних норм України.

Встановити систему вентиляції в будівлях навчальних закладів пропонується так:

1. У класах змонтувати нову припливно-витяжну систему вентиляції з рекуперацією, а також виконати розводку нових вентиляційних каналів по будівлях за допомогою різних рекуперативних локальних систем, рис. 1.40: (Це можуть бути установки ВЕНТС ВУТ, Mitsubishi Lossnay, Вентс МИКРА, Вентс ДВУТ ПБ ЕС)

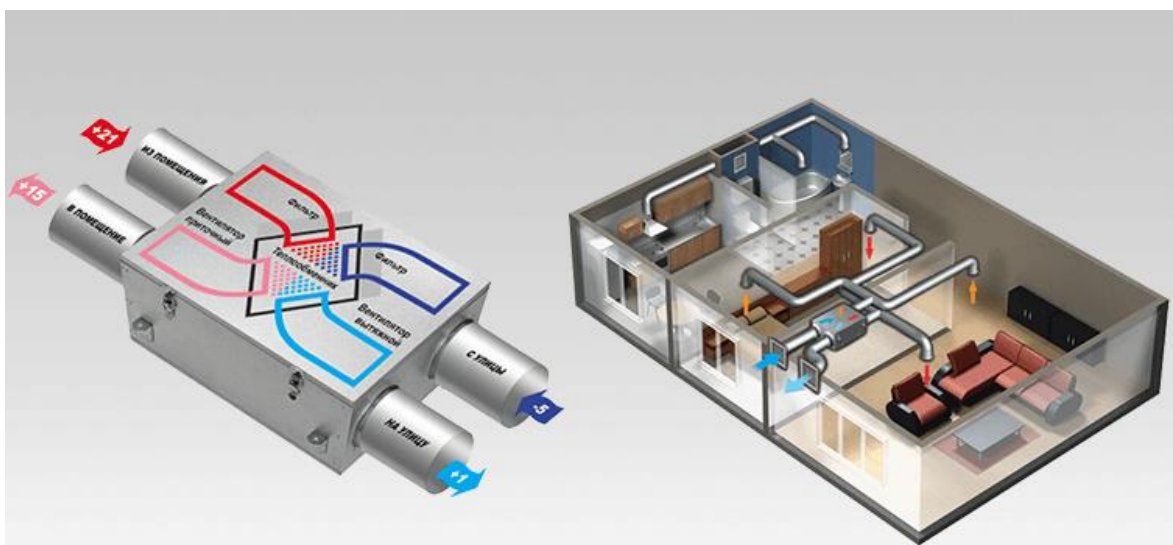


Рисунок 1.40 – Приклад системи вентиляції

2. В туалетних кімнатах необхідно змонтувати стінові вентилятори із датчиками руху та таймерами затримки. Нижню частину дверей зробити з отворами для припливного повітря.

3. В актовому та спортивних залах необхідно відновити припливно-витяжну систему вентиляції. Для цього необхідно встановити нове енергоефективного обладнання, а також змонтувати систему рекуперації та автоматизувати систему для можливості регулювання продуктивності даної системи вентиляції.

4. У приміщенні кухні встановити індивідуальну припливну систему вентиляції з водяним або електричним підігрівом та з системою фільтрації (не нижче класу G3) та продуктивністю від 3200 м³/год. Таку систему слід обладнати автоматичним регулюванням. Також необхідно встановити витяжний центробіжний вентилятор, продуктивність якого складає не менше 3500 м³/год. Над поверхнями для готування страв слід встановити нові припливно-витяжні зонти.

1.3.7 Встановлення ІТП

Необхідно впровадити автоматичне регулювання теплового навантаження облаштувавши індивідуальний тепловий пункт (ІТП) у будівлях навчальних закладів. Основою теплового пункту є система автоматичного регулювання в залежності від погоди, завдяки чому здійснюється подача теплової енергії у систему, обсяг якої є потрібним у даний момент часу при актуальних погодних умовах.

Індивідуальний тепловий пункт необхідно зробити лише для потреб опалення будівель, без використання його для потреб гарячого водопостачання.

ІТП представлений на рис. 1.41 [24] та зазвичай включає:

1. Погодозалежна автоматична електронна система регулювання контурів опалення.

2. Циркуляційні насоси контурів опалення.

3. Контрольно-вимірювальні прилади.
4. Запірно-регулююча арматура.
5. Регулятор перепаду тиску.
6. Фільтри та інше.



Рисунок 1.41 -Індивідуальний тепловий пункт

Як правило, облаштовують тепловий пункт на тепловому вводі в підвалі будівель, а також встановлюють балансувальні клапани для подальшого проведення балансування нової системи опалення. За відсутності імпульсного виходу та застарілий стан теплового лічильника його слід замінити для ефективності та точності вимірювань. Новий лічильник необхідно підключити до майбутньої встановленої системи моніторингу споживання енергії.

Додатково слід здійснити повне комплексне утеплення трубопроводів у тепловому пункті, використовуючи фольговані мінераловатні циліндри. Приклад даної ізоляції зображений на рис. 1.42 [25] нижче.



Рисунок 1.42 – Фольговані мінераловатні циліндри

1.3.8 Модернізація системи освітлення

Для забезпечення нормативного та комфортного для зору рівня освітленості потрібно всі встановлені в навчальних закладів побутові світильники замінити на нові більш якісні чи інші світильники з вищою світловою віддачею та з більшим кутом світлового розсіювання.

Для підвищення комфортного перебування учнів та працівників навчальних закладів а також для ефективного використання електричної енергії, нова система освітлення повинна мати регулятор рівня освітленості, або так званий димер – пристрій, що дозволяє плавно регулювати струм, напругу чи потужність, що подається на освітлювальний пристрій, підвищуючи або знижуючи рівень яскравості лампи. Приклад такого пристрою зображений на рис. 1.43 [26].



Рисунок 1.43 – Регулятор рівня освітленості

Перераховані заходи мають супроводжуватися правилами ефективного використання освітлювальних пристроїв:

- максимально використовувати денне світло, кабінети повинні бути облаштовані віконними прорізами в достатній кількості згідно існуючих вимог України;
- протягом світлового дня відкривати штори чи жалюзі;
- не заставляти вікна квітами, габаритними меблями чи іншими речами, природне світло має безперешкодно потрапляти до приміщень;
- регулярно мити та прибирати вікна – 3-4 рази протягом року;

- здійснювати підрізку дерев, що знаходяться ближче, ніж 10-15 метрів до будівлі навчального закладу та чагарники, які ростуть ближче 5 метрів до закладу;
- за можливості здійснювати навчальний процес в першій половині дня, мінімізувати кількість класів, що навчаються в другу зміну.

1.3.9 Заміна системи холодного водопостачання

Для досягнення економії холодної води в будівлях навчальних закладів було запропоновано наступні заходи:

1. Замінити всі існуючі старі змішувачі води на нові. Сучасні змішувачі обладнані спеціальними насадками, які здатні пропускати 3-4 літри холодної води за одну хвилину, що дозволяє суттєво зменшити споживання холодної води. Нові змішувачі води продемонстровані на рис. 1.44 [6].

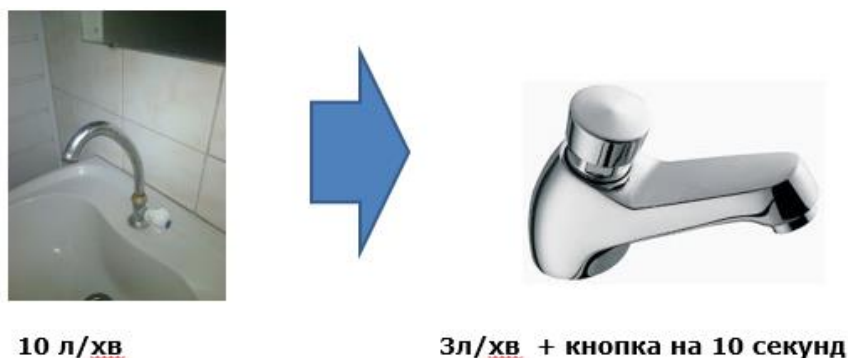


Рисунок 1.44 – Змішувачі води

2. Якщо в будівлі навчального закладу вже встановлені нові вмивальники, як альтернативний захід, пропонується дообладнати існуючі змішувачі новими насадками з пропускною здатністю 1,7-4 літри на хвилину, що дозволить знизити споживання холодної води в будівлі. Такі насадки представлені нижче на рис. 1.45 [6].

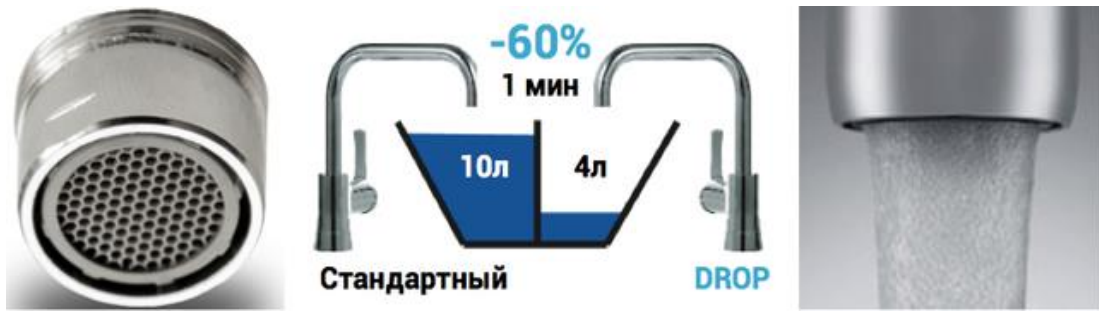


Рисунок 1.45 – Насадки для зниження споживання води

3. Також слід замінити всі існуючі туалетні бачки на нові системи з зливним бачком, що обладнаний двома кнопками – на 3 літри та 6 літрів, рис. 1.46 [6].



Рисунок 1.46 – Туалетні бачки

4. Душові кабінки обладнати новими душовими головками з клапаном подачі води «Пуск-Стоп», пропускна здатність яких складає 8 літрів на хвилину.

5. На вводі холодної та гарячої води у будівлю встановити регулятор тиску води в системі. Такий регулятор (рис. 1.47) захищає нові крани, бачки та всю розводку системи холодного та гарячого водопостачання від надлишкового тиску в системі та гідравлічних ударів. Описаний захід підвищить термін служби всієї системи водопостачання в кілька разів.



Рисунок 1.47 – Регулятор тиску води в системі

6. У підвалі будівель, поруч з лічильником слід встановити фільтр грубої очистки води, рис. 1.48 [6]. Фільтр очищає воду, що надходить до будівель, запобігає потраплянню елементів металу, іржі та іншого сміття до системи холодного водопостачання та гарячого водопостачання.



Рисунок 1.48 – Фільтр грубої очистки води

7. Необхідно повністю замінити розводку трубопроводів холодної води та каналізації по будівлях. Приклад нових труб представлений на рис. 1.49 [6].



Рисунок 1.49 – Труби холодної води

1.3.10 Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу

Розглянемо запропоновані заходи щодо впровадження енергоменеджменту та енергетичного моніторингу у будівлях обраних навчальних закладів.

1.3.10.1 Енергомоніторинг

Для забезпечення якісного, наглядного моніторингу споживання енергетичних ресурсів, з можливістю створення онлайн-системи енергомоніторингу в будівлях, необхідно здійснити заміну всіх приладів обліку енергетичних ресурсів, [6]:

1. Встановити лічильники електричної енергії (наприклад: LANDYS and Gyr) з імпульсним виходом або LAN-виходом.

2. Встановити лічильники води (DN 40 або DN 60) з імпульсним виходом або LAN-виходом.

3. Встановити комплект лічильника тепла (наприклад: LANDYS and Gyr) з імпульсним виходом або LAN-виходом.

4. Встановити комплект обладнання для створення автоматизованої системи енергетичного моніторингу (АСЕМ).

Кількість лічильників підбиралась індивідуально для кожної будівлі навчального закладу.

Запропоновані заходи допоможуть створити деталізовану систему моніторингу енергетичних ресурсів, яка допоможе зменшити витрат на енергетичні ресурси.

Одночасно виникає необхідність ввести аналіз даних щодо споживання енергетичних ресурсів.

Додатково, необхідно провести комплексну інформаційну роботу з

персоналом навчальних закладів щодо основних правил ефективного енергоспоживання, принципів регулювання температури (на радіаторах, будівлі). Також потрібно ввести моніторинг температурного режиму та рівня вологості в приміщеннях будівель навчальних закладів. Кожна компанія, що буде здійснювати поставку та монтаж обладнання, повинна провести навчання щодо основних правил використання нового обладнання. Для ефективної роботи системи енергомоніторингу персонал закладу має повністю володіти інформацією щодо ефективного управління даною системою, а також принципи її роботи, експлуатаційними властивостями та функціоналом системи.

Експлуатація та обслуговування системи енергомоніторингу ґрунтуються на основних цілях:

1. Забезпечити комфортні умови перебування в навчальному закладі.
2. Постійно підтримувати затрати на експлуатацію системи, включно з витратами на енергію, на мінімально можливому рівні.
3. Уникати масштабних, дорогих ремонтів.

1.3.10.2 Енергоменеджмент

Під енергоменеджментом розуміють діяльність, яка направлена на раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів будівлею, що дозволяє суттєво зменшити обсяги їх споживання та кошти на їх оплату.

Для впровадження енергетичного менеджменту в будівлях навчальних закладів пропонується впровадити наступні механізми:

- призначення відповідальної особи або відділу за енергоменеджмент в будівлі;
- контроль температури всередині приміщень закладу;
- щоденний моніторинг споживання енергетичних ресурсів та складання звітів відповідно до зібраних даних;

- аналіз отриманих даних про споживання енергетичних ресурсів;
- аналіз показників перевитрат енергетичних ресурсів;
- оцінка енергетичної ефективності;
- проведення регулярних зборів, на яких будуть представлені результати аналізу споживання енергетичних ресурсів, обговорення існуючої ситуації, обговорення наступних кроків до зниження енергоспоживання;
- координація технічного обслуговування;
- аналіз найбільших споживачів енергії в будівлі, контроль за режимами їх експлуатації;
- створення єдиної бази енергоспоживання для оптимізації масиву даних та коректного їх аналізу;
- проведення навчальної компанії щодо ощадного використання енергетичних ресурсів та принципів енергозбереження серед учнів та працівників навчального закладу;
- розрахунок системи енергетичного менеджменту включав наступні заходи:
- встановлення додаткових лічильників, для підвищення рівня моніторингу системи енергоспоживання;
- встановлення різноманітних датчиків, логерів температури (термотестерів), логерів вологості, датчиків присутності людей та інше;
- витрати на здійснення додаткових вимірювань споживання енергетичних ресурсів та води;
- витрати на проведення навчань учнів та персоналу закладу.

1.4 Аналіз економії енергетичних ресурсів згідно обраних енергетичних аудитів будівель закладів середньої освіти

У результаті виконаних розрахунків по кожному енергетичному аудиту було отримано значення економії енергетичних ресурсів та води в енергетичних

одиницях (теплової енергії, електричної енергії та холодної води) по кожному із заходів, згідно [6-13]. Економія розрахована від фактичного рівня споживання енергії в будівлях. Значення економії представлені в таблицях 1.9 – 1.16.

Таблиця 1.9 – Економія енергетичних ресурсів та води в Гімназії №1, Богодухів

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	241,41		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	176,32		
Заміна системи опалення	89,31		
Встановлення ІТП	154,42		
Модернізація системи вентиляції	34,50		
Модернізація системи освітлення		4213	
Модернізація системи холодного водопостачання			116
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	16,54	2145	

Таблиця 1.10 - Економія енергетичних ресурсів та води в Гімназії №3, Дергачі

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	318,04		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	224,72		
Заміна системи опалення	96,33		
Встановлення ІТП	180,65		
Модернізація системи вентиляції	30,81		
Модернізація системи освітлення		5291	
Модернізація системи холодного водопостачання			143
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	22,41	2789	

Таблиця 1.11 - Економія енергетичних ресурсів та води в Гімназії №3, Ізюм

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	279,85		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	213,63		
Заміна дверей	17,76		
Заміна системи опалення	102,25		
Встановлення ІТП	162,95		
Модернізація системи вентиляції	32,80		
Модернізація системи освітлення		5938	
Модернізація системи холодного водопостачання			159
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	23,32	3011	

Таблиця 1.12 - Економія енергетичних ресурсів та води в Гімназії №1, Золочів

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	139,33		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	122,62		
Заміна вікон	82,17		
Заміна системи опалення	36,05		
Встановлення ІТП	83,12		
Модернізація системи вентиляції	15,04		
Модернізація системи освітлення		2938	
Модернізація системи холодного водопостачання			67
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	11,32	1153	

Таблиця 1.13 - Економія енергетичних ресурсів та води в ЗОШ №1, Селидове

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	94,98		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	96,58		
Заміна вікон	49,02		
Заміна дверей	2,42		
Заміна системи опалення	32,45		
Встановлення ІТП	66,37		
Модернізація системи вентиляції	16,06		
Модернізація системи освітлення		2381	
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	9,11	754	

Таблиця 1.14 - Економія енергетичних ресурсів та води в ЗОШ №44, Селидове

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	104,36		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	80,21		
Заміна системи опалення	30,02		
Встановлення ІТП	75,90		
Модернізація системи вентиляції	11,61		
Модернізація системи освітлення		2623	
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	9,83	868	

Таблиця 1.15 - Економія енергетичних ресурсів та води в ЗОШ №6, Ізюм

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	172,08		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	153,30		
Заміна дверей	4,99		
Заміна системи опалення	49,13		
Встановлення ІТП	106,26		
Модернізація системи вентиляції	21,49		
Модернізація системи освітлення		3586	
Модернізація системи холодного водопостачання			75
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	16,11	1501	

Таблиця 1.16 - Економія енергетичних ресурсів та води в ЗОШ №14:

Заходи	Економія		
	Гкал/рік	кВт*год/рік	м³/рік
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	114,22		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	94,98		
Заміна системи опалення	44,39		
Встановлення ІТП	74,75		
Модернізація системи вентиляції	15,02		
Модернізація системи освітлення		2561	
Модернізація системи холодного водопостачання			46
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	9,42	788	

Дані показники економії стануть основою для подальшого розрахунку.

2 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ЗАДАЧ ЗА ВИЗНАЧЕНОЮ МЕТОДИКОЮ

2.1 Методика проведення розрахунку

Очевидно, що для подібного аналізу, у результаті якого необхідно отримати універсальні усереднені показники економії енергії по заходам з термомодернізації для будівель середніх навчальних закладів, слід порівнювати між собою будівлі, максимально наближені за геометричними параметрами, режимом експлуатації, теплотехнічними показниками, кількістю учнів та персоналу.

Однак кожна будівля індивідуальна. Навіть будівлі, що побудовані по одному й тому ж, типовому проекту мають свої особливості.

Тому для більш точної оцінки економічного ефекту від реалізації вище описаних заходів показники економії енергетичних ресурсів необхідно привести до усереднених питомих одиниць, які надалі можна буде застосувати для будівель з іншими геометричними параметрами.

В основу методики даного розрахунку було взято методику визначення енергетичної ефективності будівель [27], в якій для визначення питомих одиниць споживання енергії необхідно знайти відношення річного енергоспоживання до кондиційованого об'єму будівлі (для громадських будівель). Приклад визначення питомого енергоспоживання при опалення представлений на рис. 2.1 [27].

<p>1. Питоме енергоспоживання при опаленні ($EP_{H,use}$), кВт×год/м² [кВт×год/м³] розраховується за формулами для житлових будівель</p>	
	$EP_{H,use} = Q_{H,use} / A_f \quad (3)$
для громадських будівель	
	$EP_{H,use} = Q_{H,use} / V, \quad (4)$
де $Q_{H,use}$	- річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт×год, що розраховується за формулою (5);
A_f, V	- кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м ² , та кондиціонований (опалювальний) об'єм для громадської будівлі (або її частини), м ³ , що визначаються в порядку, встановленому у пункті 8 розділу III цієї Методики.

Рисунок 2.1 – Приклад визначення питомого енергоспоживання при опалення згідно методики визначення енергетичної ефективності будівель

Беручи за основу дану методику та застосовуючи її до даної задачі, необхідно виконати наступну - кожне значення економії електричної енергії, теплової енергії та води ділимо на відповідний загальний об'єм будівлі навчального закладу та отримуємо питому одиницю економії енергетичного ресурсу та води на одиницю об'єму по кожній будівлі. Далі розраховуємо середнє значення питомих одиниць економії для обраних будівель навчальних закладів. Результати розрахунків представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення питомих одиниць економії в енергетичному еквіваленті на одиницю об'єму

Заходи	Питома одиниця економії в енергетичному еквіваленті на 1 м ³ об'єму		
	Гкал/м ³	кВт*год/м ³	м ³ (води)/м ³ (об'єму)
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	0,0154		
Утеплення підлоги горища/плаского даху	0,0126		
Заміна системи опалення	0,00499		
Встановлення ІТП	0,00974		
Модернізація системи вентиляції	0,00192		
Модернізація системи освітлення		0,325	
Модернізація системи холодного водопостачання			0,00738
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	0,00128	0,132	

Для переведу питомої одиниці економії енергетичних ресурсів та води у грошові одиниці скористаємося даними про тарифи в Харківській області для бюджетних організацій станом на листопад 2019 року з ПДВ.

Електрична енергія – 2,79 грн/кВт*год, [28] .

Теплова енергія – 1365,28 грн/Гкал, [29].

Холодна вода – 10,21 грн/м³, [29].

У таблиці 3.2 представлені питомі одиниці економії енергетичних ресурсів та води на одиницю об'єму будівлі у грошовому еквіваленті, згідно вище вказаних тарифів.

Таблиця 2.2 – Значення питомих одиниць економії в грошовому еквіваленті на одиницю об'єму

Заходи	Питома одиниця економії у грошовому еквіваленті, грн/м ³
Утеплення фасадів будівлі цоколю	21,001
Утеплення підлоги горища/плаского даху	17,265
Заміна системи опалення	6,812
Встановлення ІТП	13,300
Модернізація системи вентиляції	2,615
Модернізація системи освітлення	0,906
Модернізація системи холодного водопостачання	0,075
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	2,075

На рис. 2.2 представлено діаграму економії коштів по заходах з підвищення рівня енергоефективності будівель.

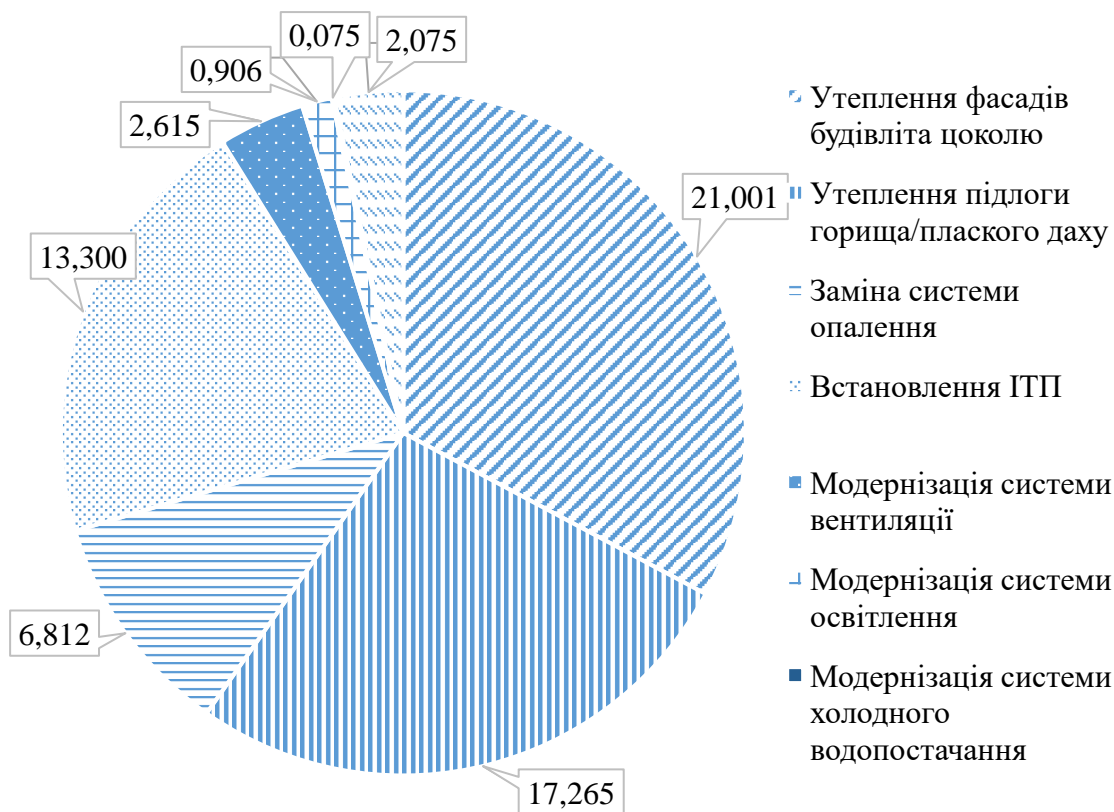


Рисунок 2.2 – Економія енергетичних ресурсів та води на одиницю об'єму будівлі у результаті впровадження заходів з енергозбереження

Діаграма на рис. 2.2 показує, що найбільшу економію грошових ресурсів дає утеплення фасадів будівлі, утеплення підлоги горища/плаского даху та встановлення індивідуального теплового пункту. Найменшу економію дає модернізація системи холодного водопостачання.

Середній термін окупності згідно енергетичних аудитів по даним заходам представлений в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Середній термін окупності заходів з підвищення рівня енергоефективності будівель навчальних закладів

Заходи	Термін окупності, років
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	11,20
Утеплення підлоги горища/плаского даху	14,95
Заміна системи опалення	33,40
Встановлення ІТП	5,86
Модернізація системи вентиляції	49,35
Модернізація системи освітлення	3,21
Модернізація системи холодного водопостачання	70,20
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	7,06

Для наглядності середні терміни окупності по заходам представлені на діаграмі – рис. 2.3.

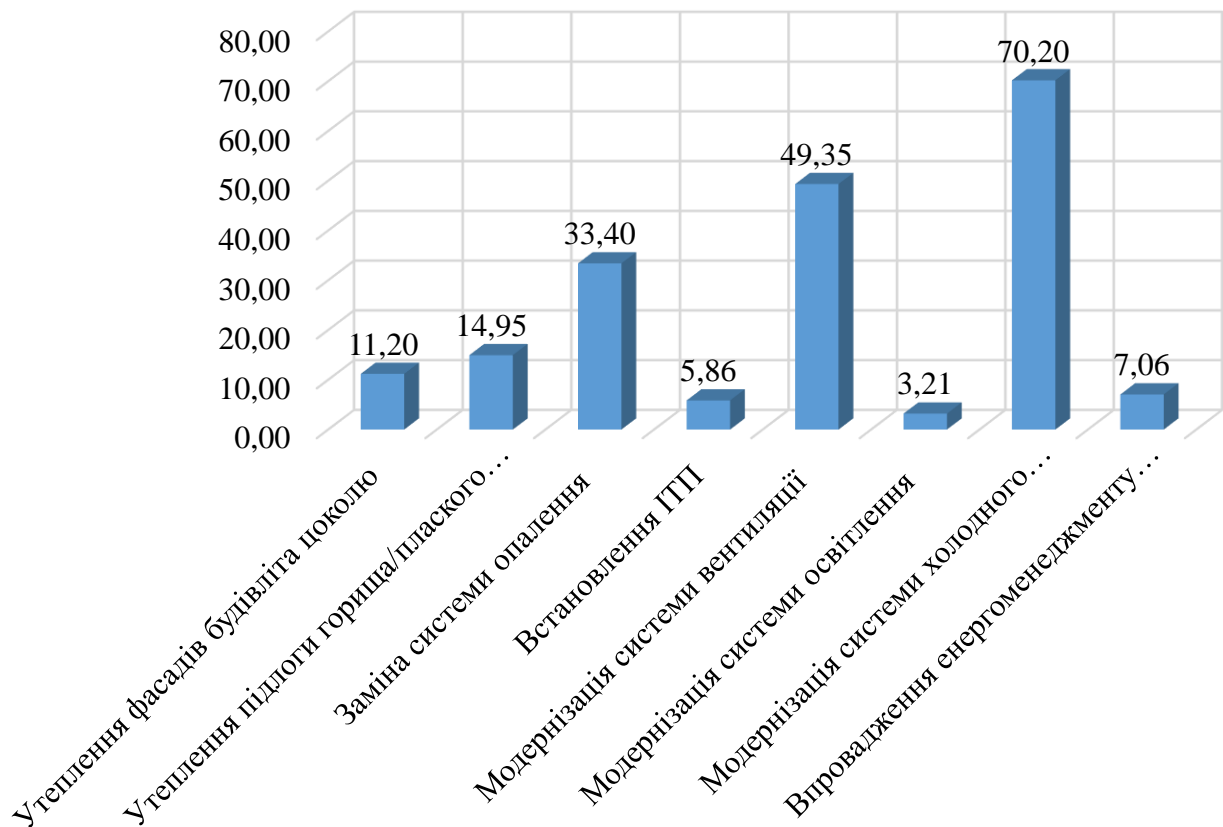


Рисунок 2.3 - Середній термін окупності заходів з підвищення рівня енергоефективності будівель навчальних закладів

2.2 Аналіз існуючих закладів середньої освіти в Харківській області

Для знаходження кількості зекономлених коштів для Харківського бюджету від впровадження заходів з термомодернізації в будівлях закладів середньої освіти був проведений аналіз існуючих закладів середньої освіти Харківської області.

Кількість закладів загальної середньої освіти в Харківській області – 510 [30].

Для розрахунку економії в грошових одиницях необхідно знайти дані щодо об'ємів будівель навчальних закладів. На жаль, інформація щодо геометричних характеристик будівель не є загальнодоступною. Тому, об'єми будівель навчальних закладів було розраховано наступним чином:

1. На сайті Міністерства фінансів України [30] представлено інтерактивний аналітичний інструмент, який дозволяє переглянути масив даних, що містить інформацію по всім закладам середньої освіти України. Даний масив містить інформацію щодо Загальної площі приміщень (м²) будівель закладів середньої освіти Харківської області.

2. Згідно ДБН В.2.2-3.2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» (пункт 6.10) - висота поверхів навчальних приміщень встановлюється виходячи із того, що в умовах реконструкції допускається приймати висоту навчальних приміщень від підлоги до стелі 3 м [31].

3. Знаючи площі будівель шкіл та нормативну висоту поверху було розраховано об'єм кожної будівлі. Загальний об'єм 510 будівель - 4 095 485,67 м³.

Показники економії у грошових одиницях у разі термомодернізації 510 будівель закладів середньої освіти у Харківській області представлені в табл. 2.4:

Таблиця 2.4 - Показники економії у грошових одиницях по заходам

Заходи	Питома одиниця економії у грошовому еквіваленті, грн/м³	Економія у результаті термомодернізації 510 будівель закладів середньої освіти Харківської області, грн
Утеплення фасадів будівлі та цоколю	21,001	86 011 194,43
Утеплення підлоги горища/плаского даху	17,265	70 708 629,66
Заміна системи опалення	6,812	27 898 857,17
Встановлення ІТП	13,300	54 470 826,92
Модернізація системи вентиляції	2,615	10 709 247,38
Модернізація системи освітлення	0,906	3 710 510,02
Модернізація системи холодного водопостачання	0,075	308 628,21
Впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу	2,075	8 499 735,09
Загалом, грн	-	262 317 628,87

2.3 Результати розрахунку економії коштів у результаті термомодернізації закладів середньої освіти Харківської області

За даними Міністерства фінансів України видатки на функціонування 510 закладів загальної середньої освіти в Харківській області станом на 2018 рік складають 4 355 902 747,00 грн [30].

Економія від термомодернізації будівель закладів середньої освіти в Харківській області складає 262 317 628,87 грн/рік, що складає 6,02 % від загальної суми видатків на їх функціонування.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів досліджуємого об'єкту

3.1.1 Класифікація небезпечних і шкідливих факторів

Виробнича (робоча) середовище включає в себе все, що оточує людину в ході її трудової діяльності: технічне оснащення організації, особливості технологічних процесів і виробництва, стан будівель, споруд, інженерних комунікацій, санітарно-гігієнічні параметри, взаємовідносини у трудовому колективі, рівень професійного ризику виходячи з ідентифікованих небезпечних та шкідливих виробничих факторів і т.д.

Шкідливий виробничий фактор - виробничий фактор, під впливом якого у людини погіршується стан здоров'я, з'являються захворювання (несприятливий мікроклімат приміщення, рівень шуму, що перевищує допустимі норми, підвищені вібрації, неякісне освітлення).

Небезпечний виробничий фактор - виробничий фактор, під впливом якого працівник може отримати травму (вогонь, електричний струм, рухомі важкі предмети, вибух, тощо).

Шкідливі і небезпечні фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Небезпечних фізичні виробничі фактори - це рухомі машини; різноманітні підйомно-транспортні механізми та вантажні предмети; незахищені передвижні елементи виробничого обладнання (привідні і передавальні механізми, ріжучі інструменти, які обертаються і переміщаються пристосування і ін.); відпадають обломки матеріалу чи інструменту, що обробляються, електричний струм, висока температура поверхонь оснащення і матеріалів та ін.

Шкідливими фізичними виробничими факторами може бути висока або низька температура повітря робочого місця; високі вологість і швидкість руху повітря; високі рівні шуму, підвищені вібрації, ультразвук та різні випромінювання - теплові, іонізуючі, електромагнітні, інфрачервоні і ін. До шкідливих фізичних факторів належать також запиленість і загазованість повітря робочої зони; знижена освітленість робочих приміщень, проходів та проїздів; висока яскравість світлового потоку і його пульсація.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером дії на організм людини підрозділяються на загальнотоксичні, дратівливі, сенсibiliзуючі (що викликають алергічні захворювання), канцерогенні (викликають розвиток пухлин), мутагенні (діючі на статеві клітини організму). До цієї групи належать деякі пари та гази – бензолу, толуолу, сірчистий ангідрид, оксиди азоту та вуглецю, аерозолі свинцю, токсичний пил, які утворюються, наприклад, при різьбовій обробці берилію, свинцевих бронз та латунних матеріалів, пластмас зі токсичними наповнювачами, агресивні рідини (наприклад кислоти та луги), які призводять до хімічних опіків шкіри.

До групи біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться мікроорганізми (бактерії або віруси), макроорганізми рослинного та тваринного походження, вплив яких на працівників викликає травми або захворювання.

До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів можна віднести нервово-психічні перенапруження (розумове перевантаження, перенапруження слухових та зорових аналізаторів та ін.), а також фізичні чинники (статичні і динамічні).

Шкідливі і небезпечні виробничі фактори зазвичай мають очевидний взаємозв'язок. Зазвичай шкідливі фактори стають причиною прояви небезпечних факторів - наприклад, висока вологість в робочій зоні та наявність струмопровідного пилу (що являють собою шкідливі фактори) підвищують небезпеку ураження працівників електричним струмом (що є небезпечним фактором).

Рівні впливу на працюючих людей шкідливих виробничих факторів нормовані допустимими рівнями, значення яких прописані у стандартах системи стандартів безпеки праці та санітарно-гігієнічні вимоги.

Гранично допустиме значення шкідливого виробничого фактора - це граничний параметр величини шкідливого виробничого фактора, вплив якого при щоденній регламентованій тривалості протягом усієї трудової діяльності не призводить до пониження працездатності та захворювання як в процесі трудової діяльності, так і до захворювання в наступний період життя, а також не наносить негативного впливу на здоров'я нащадків.

Простір, в якому можлива дія на працюючих небезпечних і / або шкідливих виробничих факторів, називається небезпечною зоною.

Під впливом шкідливих виробничих факторів у працівників розвиваються професійні захворювання - хвороби, що виникають під впливом шкідливих умов трудової діяльності. Професійні захворювання поділяються на: гострі професійні хвороби, що виникли у результаті однократного (протягом однієї робочої зміни) впливу шкідливих виробничих факторів; хронічні професійні захворювання, що виникли після багатотривалого впливу шкідливих виробничих факторів (висока концентрація шкідливих парів в повітрі робочого місця, надто високий рівень шуму, вібрації).

Засоби забезпечення безпеки мають обиратися виходячи з тих шкідливих і небезпечних факторів, які проявляються на конкретній виробничій зоні, технологічному процесі чи обладнанні. Важливим є правильно визначити та класифікувати небезпеку до моменту її дії на людину.

Захист від шкідливих та небезпечних виробничих факторів можливо забезпечити за рахунок пониження їх рівня дії, застосовуючи при цьому профілактичні засоби. При цьому компетентність та професіоналізм людей в області виробничих небезпек і способів захисту від них - найважливіша умова забезпечення їх безпеки [32].

3.1.2 Небезпечні та шкідливі фактори у навчальному закладі

Обраним об'єктом дослідження є шкільний навчальний заклад №6, що знаходиться за адресою – Харківська обл., м. Ізюм, вул. 24 Серпня, 32. Будівля школи побудована в 1976-1980 роках та має 2 поверхи.

Безпека навчально-виховного процесу є необхідною умовою забезпечення фізіологічного та психічного здоров'я учнів, вчителів та будь-яких інших працівників навчального закладу.

Для якісного засвоєння матеріалу людина повинна добре себе почувати, бути уважно та в доброму настрої. Окрім власного самопочуття, важливим є оточуюче середовища – навчальна кімната, де перебуває учень. Навчальні класи мають бути комфортними, безпечними, з достатнім освітленням та надходженням свіжого повітря, оскільки учні проводять там більшу частину свого дня.

Навчальний заклад знаходиться у місті обласного значення – Ізюм. Через місто пролягають автомобільні дороги М03, Р79 і залізниця. Проте школа №6 знаходиться на безпечній відстані від даних об'єктів – близько 2,5 – 3 км, що не спричиняє підвищених вібрацій та шумів. Проте школа – це місце, де збирається велика кількість людей, чия діяльність обов'язково супроводжується шумом. Тому, провівши аналіз функціонування закладу, можна виділити наступні небезпечні та шкідливі фактори:

- підвищений рівень шуму;
- погане освітлення робочої зони;
- ураження електричним струмом;
- ризик виникнення пожеж;
- висока температура та вологість приміщення.

3.1.3 Вплив шуму на організм людини

З найперших днів життя людина знаходиться в світі звуків і інших коливань. Звук - це механічні коливання повітря, які сприймаються слуховим апаратом людини (від 16 до 20 000 коливань в секунду). Звук - це найбільш вагоме джерело інформації та спілкування людини з оточуючим світом.

Шум – невпорядковані коливання різного фізичного походження, що різняться ступенями складності тимчасової та спектральної структури. Першочергово слово шум відносилось лише до звукових коливань, однак в сучасній научній літературі воно набуло поширення на інші види коливань, в таких напрямках як радіо та електрика. Звуки, що поєднують в собі невпорядковане, гучне звучання називають шумом. З фізіологічної сторони шум - це будь-який несприятливий звук.

Пагубний вплив шуму на людей відомий давно. Близько двох тисяч років тому заради тиші і спокою Юлій Цезар заборонив рух возів вночі по вулицях стародавнього Риму. У Франції, в період правління короля-сонця Людовіка XIV, існував жорстка заборона шуміти в місті після того, як Париж і його король ляжуть спати. Понад 100 років тому, німецький вчений Роберт Кох писав, що настане час, коли боротьба з шумом стане настільки ж актуальною, як і боротьба з холерою або чумою. Однак до сих пір величезна частина людей не здогадується про небезпеку шумового забруднення. Довготривалий шум пагубно впливає на органи слуху, знижуючи при цьому чутливість до звуку. Він порушує роботу печінки, призводить до розладу серцево-судинної системи, до виснаження і перенапруження нервових клітин. Ослаблені клітини нервової системи не можуть досить чітко координувати роботу різних систем організму. Звідси виникають порушення їх діяльності, знижується увага, працездатність (особливо розумова), розвивається стомлюваність і дратівливість.

Постійна дію шуму може стати причиною виразкової хвороби, гастриту, головного болю, запаморочення, дзвону у вухах, а також сприяє порушення обміну речовин в організмі.

Школа - це місце, де збирається велика кількість дітей і дорослих. Кожен видає звуки - хто - кричить, хто - то співає, розмовляє. Є уроки, на яких неминучі гучні звуки - музика, фізкультура. На перервах маса дітей спрямовується по різних кабінетах, в їдальню. Часто ці переміщення супроводжуються шумом. Здоров'я дитини, її емоційний стан, фізичний і психічний розвиток, психологічна та соціальна складова визначаються зовнішнім середовищем, тими умовами, в яких вона живе. Для дітей 6-17 років основним середовищем життя є школа, де вони можуть проводити до 70% часу.

Рівень шуму вимірюється в одиницях, що виражають ступінь звукового тиску - децибелах. Шум в межах 20-30 децибел (дБ) нешкідливий для слуху людини, це шум який щоденно нас оточує. Допустима межа більш голосних звуків складає до 80 дБ, такі звуки не мають бути довготривалими. Вже звук у 130 дБ викликає в людини гострий біль. Звуки в 150 дБ є нестерпними для людського слуху [33].

Школа, як і багато інших дитячих закладів, страждає як від внутрішнього, так і від зовнішнього шуму, під впливом якого в учнів і вчителів проявляється зміна функціонального стану нервової системи. Джерелом внутрішнього шумового забруднення є самі діти. Рівень шуму під час навчальних занять знаходиться в межах близько 50 - 80 дБ. Шум до 40 дБ не створює негативного впливу та порушень стану здоров'я дітей. Якщо рівень шуму досягає 50 і 60 дБ учні можуть відчувати дискомфорт.

3.1.4 Вплив освітлення на здоров'я людини

Як відомо, майже 90% інформації людина отримує через органи зору. Незадовільна освітленість в приміщенні, пульсації ламп, які непомітні

неозброєному оку, через кілька років можуть привести до різних захворювань органів зору та погіршення психічного здоров'я. Не тільки наш зір, але і весь людський організм гостро реагує на дискомфортне освітлення. Це проявляється у втомі, сонливості, частих головних болях, підвищенні артеріального тиску, і як результат - знижується працездатність.

Занадто висока яскравість також негативно позначається на організмі, сприяючи зниженню зору. Тому, потрібно використовувати тільки якісне світлодіодне освітлення, вплив на здоров'я якого не викликає негативних наслідків. Комфортне освітлення діє на людину тонізуюче, сприяє гарному настрою, покращує роботу нервової системи.

Важливе значення має оптимальна освітленість робочих місць, тому що чим би людина не займалася - читанням, вишиванням, роботою за комп'ютером або науковими дослідженнями, при поганому освітленні вона буде напружувати зір.

Погане штучне освітлення може виникати по наступним причинам:

- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений блиск і яскравість на столі, клавіатурі і т.д;
- підвищена пульсація світлового потоку.

Одним з показників якості світлового середовища є показник пульсації освітленості. Для робочих місць, оснащених комп'ютером, він повинен бути не більше 5%, для інших робіт ніяк не більше 20%.

Існують способи боротьби з пульсацією освітлювальних приладів - за допомогою підключення світильників на різні фази трифазної мережі. Однак в реальному житті це не завжди виходить, тому краще підібрати лампи з мінімальною пульсацією.

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що для комфортного та здорового стану очей під час будь-якої роботи необхідно:

- максимально використовувати денне світло;
- користуватися загальним та місцевим освітленням;
- використовувати матові поверхні, які відображають, але не створюють додаткові відблиски;

- обирати освітлювальні прилади з мінімальною пульсацією.

Допустимий коефіцієнт пульсації у галогенних, індукційних ламп і ламп розжарювання - до 5%. Коефіцієнт пульсації світлового потоку найнижчий у світлодіодних ламп (1-2%), який понижується з допомогою встановлених всередину них «драйверів». Але існує небезпека: недобросовісні виробники можуть заощадити кошти на «драйвери» і не встановити їх, тому світлодіодні лампи слід купувати у надійних, фірмових магазинах.

Світлодіодні світильники відрізняються безпекою - вони екологічні, мають тривалий строк служби, з мінімальною пульсацією світлового потоку [34].

3.1.5 Дія електричного струму на організм людини

Випадок дії електричного струму на організм людини був встановлений ще у XVIII столітті. Небезпечну дію електричного струму вперше помітив вчений - винахідник В'ячеслав Петров.

Електричний струм може завдати людині різного ступеня травми. Під електротравми розуміють травму чи поранення, викликані дією електричного струму або електричної дуги.

Взаємодія з електричними приборами, вимикачами та розетками – це невід'ємна частина функціонування робочого процесу. При недотриманні правил техніки безпеки учнями існує ризик отримання електротравми.

Травматизм характеризують такі особливості: захисна реакція організму виникає лише після потрапляння людини під електричну напругу, тобто коли електричний струм вже протікає через організм людини. Електричний струм діє не лише в місцях прямого контакту з тілом, але й здатний викликати рефлексорну дію, що являється причиною порушення функціонування серцево-судинної і нервової систем та дихання. Людина може зазнати електротравму як при прямому контакті

з струмопровідними елементами, так і при ураженні напругою дотику або кроку, через електричну дугу.

Травматизм у результаті дії електричного струму у порівнянні з іншими видами виробничих хвороб чи поранень складає незначний відсоток, однак за кількістю травм з важким, і особливо летальним наслідком, займає чи не найперше місце.

Існує два види ураження людини електричним струмом: електричні травми, знаки та електричні удари. Електричними травмами називають місцеві ураження тканин і органів у людини, тобто електричні опіки, а також електрометаллізація шкіри.

Електричні опіки з'являються в результаті нагрівання тканин шкіри людини у разі протікання через неї електричного струму силою понад 1 Ампер. Виходячи з умов виникнення розрізняють контактні, дугові і змішані опіки.

«Електричні знаки являють собою плями сірого або блідо-жовтого кольору у вигляді мозоля на поверхні шкіри в місці контакту з струмоведучими частинами.» Як правило вони не викликають больових відчуттів та з часом зникають.

«Електрометаллізація шкіри - це просочування поверхні шкіри частками металу при його розбризкуванні або випаровуванні під дією електричного струму.» Уражена струмом ділянка шкіри зазвичай має шорстку, грубу поверхню, колір якої визначається кольором з'єднань металу, який потрапив на шкіру. Електрометаллізація шкіри не є небезпекою і з плином часу зникає, як і електричні знаки.

До ряду електричних травм також відносяться механічні пошкодження в результаті непередбачуваних судомних скорочень м'язів при проходженні струму (розриви шкірного покриву, кровоносних судин, нервових закінчень, вивихи суглобів та переломи кісток). Електроофтальмія - запалення очей під дією ультрафіолетового світла електричної дуги. «Електричний удар є збудження живих тканин електричним струмом, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів.» За результатом наданої травми електричні удари поділяють групи: без втрати свідомості; з втратою свідомості, але без порушення серцевої

діяльності і дихання; з втратою свідомості і порушенням серцевої діяльності або дихання; клінічна смерть і електричний шок.

Клінічна, або так звана «уявна», смерть - це перехідний (проміжний) стан від життя до смерті. Під час клінічної смерті функціонування серця припиняється і дихання зупиняється. Тривалість клінічної смерті складає близько 6 ... 8 хвилин. Коли даний час закінчується настає відмирання клітин кори головного мозку і настає необоротна біологічна смерть. Основні ознаки клінічної смерті: зупинка серця, відсутність пульсу та дихання, синювате забарвлення шкірного покриву, розширені зіниці очей та відсутність їх реакції на світло.

Електричний шок - це «важка нервово-рефлекторна реакція організму» на ураження електричним струмом чи дугою. При шоці виникають значні розлади дихання, кровообігу кровоносної системи, нервової системи та інших систем організму людини. Далі настає фаза гальмування: виснажується нервова система, знижується артеріальний тиск, слабшає дихання, падає і частішає пульс, виникає стан депресії. Шоковий стан може тривати від кількох десятків хвилин до доби, а потім може настати одужання або біологічна смерть [35].

3.1.6 Ризик виникнення пожеж в школі та правила поведінки при пожежі

Пожежа в школі або в іншій громадській будівлі небезпечна не тільки великим скупченням людей. Основною небезпекою є необізнаність людей щодо шляхів порятунку і, як наслідок, виникнення масової паніки. Сумний досвід показує, що більшість людей в екстремальній ситуації намагається врятуватися знайомим шляхом, тому люди часто біжать прямо у вогонь. Тому для уникнення подібних трагічних ситуацій кожна людина повинна знати де знаходяться аварійний або евакуаційний, основний і запасний виходи.

Кожен учень повинен правильно і без паніки діяти при пожежі в школі. Школяр, який помітив задимлення, загорання або вже велике полум'я, зобов'язаний

негайно повідомити про це вчителя або чергового МНС, зателефонувавши по телефону 112,01,101.

При цьому потрібно повідомити:

- точну адресу закладу;
- назвати своє прізвище;
- номер телефону з якого здійснено дзвінок і сказати, що саме горить.

Першочерговість цієї дії дуже важлива, оскільки, чим швидше прибудуть рятувальники, тим легше і успішніше буде ліквідовано пожежу та надано першу медичну допомогу людям. Не слід витратити час на з'ясування причин задимлення і пошук місця загоряння, тому що пожежа тим часом може охопити велику територію. Часто причиною загорання стає застаріла проводка чи необережне поводження з електроприладами або джерелами вогню. Як наслідок моментально піддаються вогню дерев'яні елементи будівель, пінопластові утеплення фасадів та всі легкозаймисті речі.

Після отримання сигналу про пожежу всі учні та працівники повинні покинути приміщення через основні і запасні шляхи евакуації. Евакуація проводиться негайно, з всієї будівлі, незалежно від розмірів пожежі.

Кожне навчальне приміщення має не менше двох евакуаційних виходів: у разі відсутності можливості скористуватися одним (відрізаний вогнем), для порятунку використовується інший вихід. У кожній школі також є план евакуації на випадок пожежі або іншої надзвичайної ситуації. Обов'язок усіх учнів - ознайомитися з його змістом і визначити місце розташування свого класу і шляхи руху при евакуації.

При неорганізованій евакуації існує ризик появи паніки, що, в свою чергу, часто закінчується трагічно. Це пояснюється тим, що евакуація починається практично одночасно з усіх виходів і має чітку послідовність та спрямованість. Наприклад, в класі всі учні одночасно встають зі своїх місць і також одночасно прямують до виходу. Внаслідок обмеженої пропускної спроможності евакуаційних шляхів і виходів створюється штовханина, що значно зменшує швидкість руху. Це призводить до протиріччя: чим швидше люди прагнуть покинути приміщення, тим

більше часу вони змушені витратити на це. Щоб цього не сталося, дуже важливими при евакуації є зібраність, дисциплінованість і чітке виконання розпоряджень вчителя.

Евакуюючи з верхніх поверхів, слід використовувати сходові клітини. Не забудьте закрити двері приміщень, звідки проникає дим! Якщо приміщення задимлене, то рухайтесь, пригнувшись до підлоги. У разі неможливості евакуації з приміщення звичайним шляхом потрібно рятуватися через вікна, якщо клас знаходиться на першому поверсі.

Якщо загоряння невелике і пожежа не досягла загрозливих масштабів, до прибуття пожежних необхідно гасити вогонь існуючими первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, піском, водою (в тому числі з пожежних кранів), іншим щільним матеріалом.

Після виклику служби МНС необхідно не забувати і про зустріч рятувальників-пожежних. Той, хто зустрічає повинен проінформувати підрозділ рятувальників про обстановку: чи є загроза людям, де вони знаходяться і т.д.

Для того щоб дії учнів під час пожежі були обдуманими і злагодженими, в кожній школі щорічно проводиться «День захисту дітей». На цьому заході у вигляді тренувань відпрацьовуються дії на випадок виникнення пожежі в школі. Ставитися до цього необхідно серйозно і відповідально. Від ваших знань та навиків, отриманих на цих «малих навчаннях», в реальній ситуації може залежати ваше життя [36].

3.1.7 Вплив високої температури та вологості приміщення на працездатність учнів

Вологість повітря має велике значення для життєдіяльності людини, серйозно впливаючи на теплообмін організму з оточуючим середовищем.

Люди дуже чутливі до вологості. Від неї залежить «інтенсивність випаровування вологи з поверхні шкіри». При високій вологості, особливо в спекотний день, випаровування вологи з поверхні шкіри зменшується, як наслідок ускладнюється терморегуляція людського організму. «У сухому повітрі, навпаки, відбувається швидке випаровування вологи з поверхні шкіри, що призводить до висихання слизових оболонок дихальних шляхів».

В повітрі з великою відносною вологістю випаровування сповільнюється. Спекта значно важче переноситься організмом людини при високій вологості повітря. У цих умовах ускладнюється відведення тепла за рахунок випаровування вологи. Тому можливий перегрів тіла, що порушує життєдіяльність організму. Для оптимального теплообміну людського організму при температурі 20-25 ° С найбільш сприятлива відносна вологість близько 50%.

Таким чином, можна зробити наступний висновок:

1. При низькій температурі і одночасній високій вологості повітря підвищується тепловіддача організму і людина піддається більшому охолодженню.
2. При високій температурі і високій вологості повітря тепловіддача різко знижується, що веде до перегрівання організму. Висока температура легше переноситься, коли вологість повітря знижена.
3. Найбільш комфортною для організму людини в середніх кліматичних умовах є відносна вологість повітря у межах 40-60%.
4. Для усунення несприятливого впливу вологості повітря в приміщеннях застосовують вентиляцію, кондиціонування повітря тощо.

Також слід зазначити:

Температура для навчальних класів та кабінетів має складати не менше 16 - 18 °С, для спортивного чи тренажерного залів - 16°С; для коридорів, сходових клітин, харчоблоків - 14°С.

Для гарного самопочуття і здоров'я необхідно, щоб відносна вологість була в межах від 40 до 60%. Оптимальна вологість становить 45% [37].

3.2 Розрахунок заземлення теплогенеруючого обладнання навчального закладу

Теплогенеруючим обладнанням обраного навчального закладу є котельня. Згідно вимог ПУЕ (1.7.97) опір заземлення електроустановки напругою до 1000 В не повинен перевищувати 4 Ом [38].

Розрахунок заземлення теплогенеруючого обладнання навчального закладу проводимо згідно існуючої методики [39].

Розрахунок проводимо за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами.

Послідовність розрахунку:

1. Визначаємо необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \times R_{пр.з.}}{(R_{пр.з.} - R_d)}, \quad (3.1)$$

де $R_{пр.з.}$ - опір природних заземлювачів;

R_d - допустимий опір заземлення.

Природні заземлювачі відсутні, тому $R_{шт.з.} = R_d = 4 \text{ Ом}$

2. Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Омм. Питомий опір ґрунту залежить від характеру ґрунту, а також від пори року. Найбільшу величину він має в холодний період у північних районах при промерзанні ґрунту або в теплий період в південних районах, коли ґрунт найбільш сухий. За таблицею 3.1 визначається приблизне значення питомого опору ґрунту ρ .

Таблиця 3.1 – Приблизні значення питомих електричних опорів різних ґрунтів, Омм

Тип ґрунту	Питомий опір ґрунту*, Омм	
	Межі коливань	Рекомендоване значення для розрахунків
Глина (г)	8–70	40
Суглинок (с)	40–150	100
Чорнозем (ч)	9–53	30
Садова земля (с.з)	30–60	50
1. Питомий електричний опір ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.		
2. У випадку малого відсотка вмісту води в ґрунті можливі більші значення опорів.		
3. Питомі опори ґрунтів коливаються протягом року, що враховують при розрахунках введенням так званих сезонних коефіцієнтів опору ґрунту.		

Оскільки у ґрунтовому покриві м. Ізюм переважають чорноземи звичайні, обираємо за таблицею 3.1 значення електричного опору для чорнозему – $\rho = 30$ Ом.

Місто Ізюм знаходиться в першій кліматичній зоні, відповідно з таблиці 3.2 обираємо коефіцієнт сезонності $\Psi_v = 1,7$ для вертикального електрода, довжиною $l_v = 3$ м, а також $\Psi_h = 5,5$ для горизонтального електрода довжиною $l_h = 10$ м.

Таблиця 3.2 - Коефіцієнти сезонності ψ для однорідної землі при вимірюванні її опору

Кліматична зона	Вологість землі при вимірюванні					
	підвищена	нормальна	мала	підвищена	нормальна	мала
	ψ_v для вертикального електрода довжиною $l_v=3$ м			ψ_h для горизонтального електрода довжиною $l_h=10$ м		
I	1,9	1,7	1,5	9,3	5,5	4,1
II	1,7	1,5	1,3	5,9	3,5	2,5
III	1,5	1,3	1,2	4	2,5	2
IV	1,3	1,1	1	2,5	1,5	1,1
	ψ_v для вертикального електрода довжиною $l_v=5$ м			ψ_h для горизонтального електрода довжиною $l_h=50$ м		
I	1,5	1,4	1,3	7,2	4,5	3,6
II	1,4	1,3	1,2	4,8	3	2,4
III	1,3	1,2	1,1	3,2	2	1,6
IV	1,2	1,1	1	2,2	1,4	1,12

3. Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр}$, Омм, визначається за формулою:

$$\rho_{\text{розр}} = \Psi \rho, \quad (3.2)$$

де Ψ - коефіцієнт сезонності (таблиця 2);

ρ - табличне значення питомого опору ґрунту, Омм (таблиця 3.1), $\rho = 30$ Ом.

Підставивши попередньо знайдені параметри у формулу 3.2, отримаємо:
для вертикального електрода:

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \times 30 = 51 \text{ Омм}$$

для горизонтального електрода:

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \times 30 = 165 \text{ Омм}$$

4. Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача $R_{\text{в}}$, Ом, за формулою:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l_{\text{в}}}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l_{\text{в}}}{4t-l_{\text{в}}} \right), \quad (3.3)$$

де $l_{\text{в}}$ - довжина вертикального заземлювача; d - діаметр стержня, $d = 0,5$ м; t - відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за формулою:

$$t = h_{\text{в}} + \frac{l_{\text{в}}}{2}, \quad (3.4)$$

де $h_{\text{в}}$ - глибина закладання заземлювачів (приймаємо за 0,8 м).

Підставивши попередньо знайдені параметри у формулу 3.4, отримаємо:

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

Знайдемо опір розтікання струму вертикального заземлювача R_B за формулою 3.3:

$$R_B = \frac{51}{2\pi\epsilon} \left(\ln \frac{2 \times 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \times 2,3 + 3}{4 \times 2,3 - 3} \right) = 13,87 \text{ Ом}$$

5. Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n , штук, без урахування коефіцієнта використання η_B :

$$n = \frac{R_B}{R_d} \quad (3.5)$$

Підставивши попередньо знайдені параметри у формулу 3.5, отримаємо:

$$n = \frac{13,87}{4} = 3,5 \approx 4 \text{ шт.}$$

Відповідно до розрахованого значення n за таблицею 3.3 визначається коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_B :

Таблиця 3.3 – Коефіцієнт η_B використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки*

Кількість заземлювачів							
2	3	4	10	20	40	60	100
Заземлювачі розташовані в ряд							
0,85	0,73	0,65	0,59	0,48	—	—	—
Заземлювачі розташовані по контуру							
—	0,69	0,61	0,57	0,47	0,41	0,39	0,36
*Примітка: в таблиці наведені значення η_B для відношення відстаней між електродами до їх довжини, що дорівнює одиниці ($L_B/l_B = 1$)							

Отже, $\eta_B = 0,65$

6. Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з

урахуванням коефіцієнта використання, n_B , шт:

$$n_B = \frac{R_B}{R_d \times \eta_B}, \quad (3.6)$$

Підставивши попередньо знайдені параметри у формулу 3.6, отримаємо:

$$n_B = \frac{13,87}{4 \times 0,65} = 6,93 \approx 7 \text{ шт.}$$

7. Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \times L_B \times (n_B - 1), \quad (3.7)$$

де L_B - відстань між вертикальними заземлювачами, (приймаємо за $L_B = 3\text{ м}$);

n_B - необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

Підставивши попередньо знайдені параметри в формулу 3.7, отримаємо:

$$l_c = 1,05 \times 3 \times (7 - 1) = 18,9 \text{ м}$$

8. Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_Γ , Ом:

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2\pi \times l_c} \ln \frac{l_c}{d \times h_B}, \quad (3.8)$$

де d - еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d = 0,95b$, $b = 0,15 \text{ м}$.

Підставивши попередньо знайдені параметри в формулу 3.8, отримаємо:

$$R_r = \frac{165}{2\pi \times 18,9} \ln \frac{18,9}{0,95 \times 0,15 \times 0,8} = 7,1 \text{ Ом}$$

9. За таблицею 3.4 визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_r відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_B :

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги η_c *

Кількість заземлювачів							
2	3	4	10	20	40	60	100
Заземлювачі розташовані в ряд							
0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
Заземлювачі розташовані по контуру							
–	0,45	0,4	0,34	0,27	0,22	0,2	0,19
*Примітка: в таблиці наведені значення η_e для відношення відстаней між електродами до їх довжини, що дорівнює одиниці ($L_B/l_B = 1$)							

Отже, $\eta_c = 0,67$

10. Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_3 = \frac{R_B \times R_r}{R_B \times \eta_c + R_r \times n_B \times \eta_B} \leq R_d \quad (3.9)$$

Підставивши попередньо знайдені параметри у формулу 3.9, отримаємо:

$$R_3 = \frac{13,87 \times 7,1}{13,87 \times 0,67 + 7,1 \times 7 \times 0,65} = 2,37 \text{ Ом}$$

$$2,37 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$$

Отже, $R_3 < R_d$

11. Складемо схему захисного заземлення, рис. 3.1 [38]:

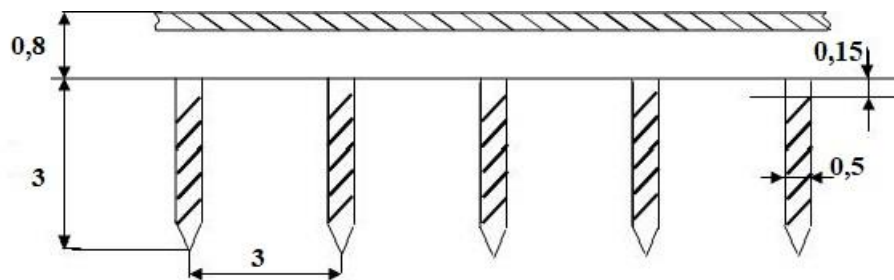


Рисунок 3.1 – Схема захисного заземлення

3.3 Дія персоналу школи під час надзвичайної ситуації

3.3.1 Загальна характеристика надзвичайних ситуацій

Надзвичайна ситуація (НС) — порушення сталих задовільних умов життєдіяльності людей, у результаті аварії, катастрофи, епідемії, стихійного лиха, масштабною пожежею, приміненням засобів ураження, у результаті чого виникають людські та матеріальні втрати, або масштабні зараження людей та тварин.

Надзвичайні ситуації, які виникають в межах України і спричиняють негативний вплив на життєдіяльність населення, класифікують за наступними ознаками:

- за галузевою ознакою;
- за масштабами наслідків.

Існує ще одна класифікація за такими параметрами — обсяг заподіяних наслідків, технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру — це результат техногенних катастроф, аварій, масштабних пожеж, вибухів, аварій з витоком у навколишнє середовище отруйних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, руйнування будівельних конструкцій і тд.

Надзвичайні ситуації природного характеру — це результат небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських явищ, деградації та руйнації ґрунтів, природних масових пожеж, змін стану клімату повітря, інфекційних захворювання населення, сільськогосподарських тварин, масштабного ураження рослин бактеріями чи шкідниками, зміни параметрів водних ресурсів чи біосфери і тд.

Антиконституційного спрямування - наявність або можлива загроза терористичного акту, тобто озброєний напад, затримання в полон людей, напад на важливі об'єкти ядерних чи збройних устав, джерела комунікації, напад чи замах на об'єкти морського призначення, викрадення або руйнування суден, встановлення вибухонебезпечних пристроїв у людних місцях, виявлення незаконно збереженої зброї тощо.

Надзвичайні ситуації військового характеру — події, які характеризуються застосуванням зброї масового ураження та подальших наслідкових ефектів, у ході яких утворюються вторинні фактори ураження людей у результаті руйнації атомних і гідроелектричних станцій, сховищ радіоактивних, хімічних елементів, продуктів нафтопереробки, вибухонебезпечних речовин, концентрованих отруйних речовин, різного типу відходів, технічних комунікацій.

Залежно від території, обсягів збитків та кількості загиблих розглядають чотири види надзвичайних ситуацій — загальнодержавні, регіональні, місцеві та об'єктові.

Отже, можна виділити такі загальні ознаки надзвичайних ситуацій:

- наявність загибелі людей, або загроза їх життю;
- істотне погіршення параметрів життєдіяльності людей;
- погіршення стану здоров'я людей;
- загроза появи економічних та матеріальних збитків [40].

3.3.2 Типова інструкція щодо дій персоналу школи у НС

Адміністрація навчальних закладів складає спеціальні інструкції щодо дій при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій учасників виховного процесу. Такі інструкції загальноприйняті та доступні для кожного учня та працівника закладу. До того ж, щорічно шкільний заклад організовує навчання чи спеціальні заходи щодо відпрацювання алгоритму дій у надзвичайних ситуаціях.

За основу складеної інструкції був взятий план дій персоналу спеціалізованої школи I-III ступенів № 52 (м. Херсон) у разі виникнення надзвичайних ситуацій [41].

Типові інструкції повинні містити наступні правила:

Загальні положення

Надзвичайна ситуація – це порушення нормальних умов життя людей на об'єкті або території, які виникли в наслідок аварії, катастрофи, стихійного лиха, епідемії, масштабних пожеж, та призвели або можуть призвести до людських втрат і матеріальних збитків.

При оголошенні небезпечного стану у будівлі не слід панікувати, намагайтеся передбачити виникнення паніки серед дітей та вчителів. При появі звукових сигналів чи гудків (ці сигнали означають “Увага всім!”) слід негайно увімкнути радіо або телевізор. Спеціальні служби промовлять інформацію щодо надзвичайної події та інструкцію щодо подальших дій.

При необхідності першочергово слід вжити заходів щодо мінімізації проникнення отруйних, шкідливих речовин в будівлю. Для цього необхідно щільно закрити вікна та двері, а видимі щілини закрити чи заклеїти.

Далі необхідно надати допомогу дітям у зборі необхідних, важливих речей. Після чого запитати у місцевих органів влади про час та місце збору людей для евакуації. Слід упакувати в герметичні пакети документи, ліки та речі першої необхідності та зібрати валізу. Слід не забувати про запас питної води. Вода має

міститись в герметичному посуді. Перед тим, як покинути будинок необхідно вимкнути джерела електро-, водо- та газопостачання.

При виникненні надзвичайних ситуацій епідемічного характеру

У випадку появи і розповсюдження масових інфекційних хвороб необхідно:

- слідувати рекомендаціям органів охорони здоров'я з профілактики попередження інфекційних захворювань (відповідальні – директор, працівники медичного пункту закладу);

- активізувати контроль за дотриманням правил особистої гігієни та протиепідемічного режиму в класах (відповідальні – працівники медичного пункту закладу, класні керівники);

- у разі виявлення симптомів хвороби в учня або персоналу закладу, слід негайно ізолювати його та здійснити обстеження (відповідальні – працівники медичного пункту закладу, заступник директора, класні керівники);

- викликати швидку допомогу;

- інформувати про подію відділ управління освіти;

- здійснити методи захисту продуктів харчування та питної води від зараження інфекцією;

- здійснити лабораторний аналіз питної води та продуктів харчування;

- щоденно проводити прибирання приміщень, застосовуючи засоби дезінфекції, звернути особливу увагу слід на предмети побуту (відповідальні – працівники медичного пункту закладу, прибиральники);

- передбачити регулярні профілактичні обстеження працівників закладу та дітей;

- щоденно звітувати відділу освіти про статус та рівень захворюваності (відповідальний – директор закладу)

Дії при оповіщенні про радіоактивне або хімічне зараження

Отримавши повідомлення про виникнення загрози радіоактивного зараження, слід:

- проінформувати працівників та дітей про радіоактивне зараження місцевості та подальший план дій при даній ситуації (відповідальний – директор навчального закладу);

- забезпечити ізоляції учнів в спеціальному приміщенні та провести його повну герметизацію (щільно закрити вікна та двері, горище, закрити будь-які щілини (відповідальні – директор навчального закладу, класні керівники);

- організувати та провести профілактику приміщення (відповідальні - працівники медичного пункту закладу, класні керівники);

- слідити за ситуацією та рівнем радіації згідно даних місцевого штабу ЦЗ (відповідальний – директор закладу освіти);

- інформувати управління освіти про стан ситуації в закладі (відповідальний – директор закладу освіти).

Додатково необхідно забезпечити повну герметизацію продуктів харчування, питної води (відповідальні – працівники харчоблоку закладу).

Для харчування необхідно використовувати лише ті продукти, що були герметизовані та не піддалися дії радіоактивного забруднення. Рекомендовані продукти в залізних, закритих банках та консервація. Вживання овочів, фруктів та питної води з вулиці чи інших відкритих джерел категорично заборонено.

У випадку перебування на відкритій, забрудненій радіоактивними елементами території необхідно обов'язково користуватися засоби захисту. Це може бути протигаз, респіратор, чиста ватно-марлева пов'язка (захист органів дихання), спеціальний захисний одяг, герметичний костюм чи комбінезон, гумове взуття (захист шкіряного покриття).

У спеціальних служб сповіщення слід дізнатися час та місце евакуації, допомогти зібратися учням та забезпечити організовану евакуацію. По можливості першочергово необхідно негайно залишити зону радіоактивного забруднення. Перед тим, як покинути будівлю необхідно вимкнути джерела електро-, водо- та газопостачання. По приїзду на місце евакуації слід провести дезактивацію засобів захисту, одягу, взуття, а також здійснити санітарну обробку шкіри за допомогою спеціалізованих медичних працівників.

При виникненні стихійних лих

Отримавши повідомлення про виникнення урагану, снігових бурь, смерчу та інших стихійних лих від штабу цивільного захисту необхідно:

- зібрати всіх працівників закладу освіти, проінформувати їх щодо надзвичайної ситуації та надати завдання відповідно до розпорядження штабу ЦЗ;
- здійснити повну герметизацію приміщень;
- виконати підсилення окремих елементів конструкції будівлі;
- підготувати джерела аварійного освітлення;
- забезпечити запас питної води та продуктів харчування;
- заборонити покидати приміщення, при активній фазі бурь, ураганів та інших стихійних явищах.

Отримавши сигнал про загрозу затоплення будівлі від штабу ЦЗ необхідно:

- зібрати всіх працівників закладу освіти, проінформувати їх щодо надзвичайної ситуації та надати завдання відповідно до розпорядження штабу ЦЗ;
- узгодити з місцевим штабом ЦЗ інструкцію та порядок дій при евакуації із території затоплення;
- розмістити на верхніх поверхах м'які речі та наочний інвентар;
- відключити систему електропостачання, газопостачання та води;
- евакуювати учнів та працівників закладу.

Правила поведінки під час землетрусу

- значної шкоди можуть завдати землетруси силою понад 5 балів;
- під час землетрусу необхідно вивести всіх учнів та персонал з будівлі;
- у випадку неможливості покинути будівлю, необхідно сховатися у проймах внутрішніх дверей або в арках несучих стін;
- на вулиці (чи іншій відкритій території) слід триматися на безпечній відстані від електричних ліній та стовпів, високих будівель та мостів.
- надавати потерпілим першу медичну допомогу [41].

ВИСНОВКИ

У випускній роботі магістра об'єктом дослідження були енергетичні аудити навчальних закладів середньої освіти північно-східного регіону України, виконані енергоаудиторами компанії «Енергетична Агенція Ефективна Енергія».

Було проаналізовано типові заходи, які були запропоновані в ході проведених енергетичних аудитів для підвищення енергетичної ефективності будівель:

- утеплення стін та цоколю;
- утеплення пласкої покрівлі/підлоги горища;
- заміна вікон;
- заміна дверей;
- заміна системи опалення;
- модернізація системи вентиляції;
- встановлення ІТП;
- модернізація системи освітлення;
- заміна системи холодного водопостачання;
- впровадження енергоменеджменту та енергомоніторингу.

На основі показників економії енергетичних ресурсів та води було отримано середні питомі показники економії по кожному з заходів як в енергетичних одиницях, так і в грошових. Знайдені питомі одиниці було застосовано для розрахунку економії коштів у результаті впровадження вище перелічених заходів у будівлях закладів середньої освіти Харківської області.

У результаті, економія від термомодернізації будівель закладів середньої освіти в Харківській області склала близько 262 млн. грн/рік, що становить 6 % від загальної суми видатків на їх функціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року» / О. Дячук, М. Чепелєв, Р. Подолець, Г. Трипольська та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої // Пред-во Фонду ім. Г. Бьоля в Україні. – Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 21.017. – 88 с.
2. Європейський банк реконструкції та розвитку [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.ebrd.com/ru/about-us.html>.
3. Північну екологічну фінансову корпорацію [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.nefco.org/about-nefco/>.
4. Європейський інвестиційний банк [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.eib.org/en/about/index.htm>.
5. Донорський фонд Е5Р [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://ukraine-ru.e5p.eu/about/>.
6. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Золочівської гімназії №1 в м. Золочів, Харківська область [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://dfrr.minregion.gov.ua/foto/projt_addition/2018/07/Zvit-pro-provedennya-energoauditu.pdf.
7. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Богодухівської гімназії №1 в м. Богодухів, Харківська область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 84 с.
8. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Дергачівської гімназії №3 в м. Дергачі, Харківська область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 72 с.
9. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Ізюмської гімназії №3 в м. Ізюм, Харківська область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 73 с.

10. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Селидівської ЗОШ №1 в м. Селидове, Донецька область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 42 с.
11. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Селидівської ЗОШ №44 в м. Селидове, Донецька область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 44 с.
12. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Ізюмської ЗОШ №6 в м. Ізюм, Харківська область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 42 с.
13. Звіт з енергетичного аудиту будівлі Лозівської ЗОШ №14 в м. Лозова, Харківська область / Приватне підприємство «Енергетична Агенція «Ефективна Енергія», - Харків, 2018. – 75 с.
14. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» - Чинний від 2017-05-01. – Київ: Державні Будівельні Норми, 2016. – 30 с.
15. Строительство навесных вентилированных фасадов “под ключ” [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://arhglas.com.ua/ru/navisni-ventilovani-fasadi/>.
16. Из чего состоят вентилируемые фасады? [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://www.vashdom.ru/articles/kirov_6.htm.
17. Екатеринбург | В Верхней Пышме после реконструкции открыт детский сад на 220 мест [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://ekaterinburg.bezformata.com/listnews/detskij-sad-na-220-mest/34484579/>
18. Фасадные системы. ТН-ФАСАД Классик [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://baurex.ru/systems/fasadnye-sistemy/tn-fasad-klassik/>.
19. Гидроизоляция кровель ПВХ и ТПО мембранами Bauder (Германия) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://makler.md/md/construction-and-repair/construction-materials/roofing-materials/an/329>.

20. Современные металлопластиковые окна помогут сберечь тепло вашего дома [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.goldenpages.ua/expert/?p=11787>.
21. Рассматриваем входные двери их ПВХ подробнее [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://o-dveryah.ru/plastikovye/vkhodnye-pvh/>.
22. Как разобрать входную металлическую дверь [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://1-giper.com.ua/info/kak-razobrat-vkhodnuyu-metallicheskuyu-dver/>.
23. Припливна і витяжна Вентиляція з рекуперацією: особливості [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://ventilator-market.com.ua/ua/pritochno-vytyazhnaya-ventilyaciya>.
24. Індивідуальні теплові пункти (ІТП) Grand Place [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://www.grandpalace.km.ua/info/articles_itp.html.
25. Базальтові циліндри фольговані ф57 мм товщина 50 мм, утеплювач для труб [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.truba.ua/ua/otoplenie/87802-bazaltovye-tsylyndry-folhyrovannye-f219-mm>.
26. Диммер. Какой выбрать? [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://elektb.blogspot.com/2015/11/dimmer.html>.
27. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 11 липня 2018 року № 169 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель.
28. Ціна на універсальні послуги для установ, які утримуються з державного бюджету та місцевих бюджетів [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://zbutenergo.kharkov.ua/>.
29. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (нкрекп) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.nerc.gov.ua/>.
30. Міністерство фінансів України. Видатки на освіту [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://mof.gov.ua/uk>.

31. ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» - Чинний від 2018-09-01. – Київ: Державні будівельні норми, 2018 – 63 с.
32. Опасные и вредные производственные факторы [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedejatnosti/opasnye-proizvodstvennye-factory.html>.
33. Шум и здоровье человека [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://school-science.ru/2/1/29817>.
34. Влияние освещения на зрение и здоровье [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://domtentov.ru/info/articles/osveshchenie/vliyanie_osveshcheniya_na_zrenie_i_zdrove/.
35. Действие электрического тока на человека [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://electricalschool.info/main/electrobezopasnost/44-dejstvie-jelektricheskogo-toka-na.html>.
36. Памятка "Правила поведения при пожаре" [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://ddt-oranienbaum.ru/bezopasnost-detej/pozhar-bezopasnost/schoolfire.html>.
37. Влажность и температура воздуха, их влияние на здоровье учащихся [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://pandia.ru/text/80/345/47646.php>.
38. ПУЕ (Правила устройства электроустановок. ПУЭ-85) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://tehdoc.ru>.
39. Розрахунки з електробезпеки. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/rozrah_rozd_OP_DP_bak_spec_mag/90.html.
40. Надзвичайна ситуація [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Надзвичайна_ситуація.
41. План дій персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій[Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://school52.ks.ua/klas6g2013.htm>.